નિવેદન

સ્વ. ડૉ. આપ્પાસાહેબ રામચન્દ્રરાવ ચવ્હાણ અને ડૉ. ચન્દ્રવદન એચ. પાઠકે ગુજરાતીમાં તૈયાર કરેલ 'વનસ્પતિશાસ્ત્ર' એ પુસ્તક પ્રગટ કરતાં આનંદ થાય છે. ગુજરાત અને મહારાષ્ટ્રનાં રાજ્યોનું વિભાજન થયા પૂર્વેની મુંબઈ સરકારે આ યુનિવર્સિટીને, ઉચ્ચ વિદ્યાવિતરણને પોષક એવાં ગુજરાતી પુસ્તકો તૈયાર કરવા રૂ. ૩૦,૦૦૦ ધીર્યા હતા. ત્યાર પછી ગુજરાત સરકારે આ યુનિવર્સિટીને એ જ હેતુ માટે રૂ. ૨૧,૦૦૦ની વધુ રકમ ધીરી હતી. આ ભંડોળમાંથી જુદા જુદા વિષયો પર ગુજરાતીમાં પુસ્તકો તૈયાર કરવાની એક યોજના ઘડવામાં આવી છે. આ યોજના અનુસાર પ્રથમ પ્રકાશન ડૉ. રમણલાલ નાગરજી મહેતા-વિરચિત 'પુરાવસ્તુવિદ્યા' (ઈ. સ. ૧૯૬૧), બીજું પ્રકાશન ડૉ. ભાસ્કર ગોપાળજી દેસાઈ-રચિત 'પ્રમાણશાસ્ત્ર' (ઈ. સ. ૧૯૬૨), ત્રીજું પ્રકાશન ડૉ. ભાસ્કર ગોપાળજી દેસાઈ રચિત 'નીતિશાસ્ત્ર' (ઈ. સ. ૧૯૬૪), ચોથું પ્રકાશન ડૉ. જગમોહનદાસ મોદી-રચિત 'શિક્ષણના સિદ્ધાન્તો (ઈ. સ. ૧૯૬૪), પાચમું પ્રકાશન ડૉ. ગમુ પંડિત રચિત 'આર્થિક આયોજન' (ઈ સ. ૧૯૬૬) અને છઠ્ઠું પ્રકાશન ડૉ. ધનવંત એમ. દેસાઈ-રચિત 'અર્વાચીન ભારતીય કેળવણીનો વિકાસ' સને ૧૯૬૯માં, પ્રસિદ્ધ થયાં હતાં. 'વનસ્પતિશાસ્ત્ર' આ યોજનામાં પ્રસિદ્ધ થતું સાતમું પ્રકાશન છે. ગુજરાતીમાં પુસ્તકો તૈયાર કરાવી પ્રસિદ્ધ કરવાની આ યોજનાનાં સ્વરૂપ અને ઉદ્દેશનું વિગતે સ્પષ્ટીકરણ, આ ગ્રન્થમાળાના પ્રથમ પ્રકાશન 'પુરાવસ્તુવિદ્યા'ના 'પુરોવચન'માં, યુનિવર્સિટીના ભૂતપૂર્વ વાઇસ-ચાન્સેલર ડૉ. જ્યોતીન્દ્ર મહેતાએ કર્યું છે.

આશા છે કે વિદ્યાર્થીઓને અને અધ્યાપકોને આ પુસ્તક ઉપયોગી થઈ પડશે.

પ્રાચ્યવિદ્યા મન્દિર,
વડોદરા
તા. ૨૫-૧૦-'૬૯

ભોગીલાલ જ. સાંડેસરા
નિયામક
પ્રાચ્યવિદ્યા મન્દિર, વડોદરા

વનસ્પતિશાસ્ત્ર

(આ. રા. ચવ્હાણ અને ચં. હી. પાઠક), ૧૯૬૮

* આ પુસ્તકમાં જીવશાસ્ત્રના સર્વસામાન્ય સિદ્ધાંતોની ચર્ચાનો સમાવેશ કરેલો છે.

* ગુજરાત યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ, સરદાર પટેલ વિદ્યાપીઠ, વિદ્યાનગર અને મહારાજા સયાજીરાવ યુનિવર્સિટી, વડોદરા–આ વિદ્યાપીઠોના પૂર્વ-વિદ્યાપીઠ પ્રવેશ (Pre-University) વર્ષ માટેના વનસ્પતિશાસ્ત્ર અને સામાન્ય જીવશાસ્ત્ર (Botany and General Biology)ના વિષયોના અભ્યાસક્રમો આ પુસ્તકમાં આવરી લેવાયા છે.

પ્રસ્તાવના

ગુજરાતી ભાષામાં વનસ્પતિશાસ્ત્રના અભ્યાસ માટે પ્રવેશિકા તરીકે વપરાતાં પુસ્તકો ઉપલબ્ધ છે, પરંતુ હિંદ સરકારે માન્ય કરેલા પારિભાષિક શબ્દોનો ઉપયોગ કરીને વનસ્પતિશાસ્ત્રની અદ્યતન માહિતી આપતા પુસ્તકની ખોટ અમને લાગે છે. આ પુસ્તક લખવાનું પ્રયોજન એ ખોટ દૂર કરવાનું છે.

આ પુસ્તક લખવામાં માહિતી સરળ રીતે અપાય છતાં વૈજ્ઞાનિક સિદ્ધાંતોની ખોટી રજૂઆત ન થાય તેની કાળજી રાખી છે. વિષય સમજવાનું વિદ્યાર્થીઓને સુગમ પડે એ હેતુથી કેટલીક આકૃતિઓ ખાસ આ પુસ્તક માટે જ તૈયાર કરવામાં આવી છે.

મહારાજા સયાજીરાવ યુનિવર્સિટી, વડોદરા, ગુજરાત યુનિવર્સિટી, અમદાવાદ અને સરદાર પટેલ વિદ્યાપીઠ, વલ્લભવિદ્યાનગર—આ ત્રણે યુનિવર્સિટીઓના પૂર્વ-વિદ્યાપીઠપ્રવેશ (pre-university) વર્ગોના વનસ્પતિશાસ્ત્ર અને સામાન્ય જીવશાસ્ત્રના અભ્યાસક્રમોને આ પુસ્તકમાં આવરી લેવામાં આવ્યા છે.

આ પુસ્તક તૈયાર કરવામાં અમને અમારા ઘણા સહકાર્યકર્તા મિત્રોએ મદદ કરી છે; અમે આ મિત્રોના આભારી છીએ.

આ પુસ્તકમાં આપેલી મોટા ભાગની આકૃતિઓના બ્લૉકસ અમને વડોદરાની પ્રકાશનસંસ્થા આચાર્ય બૂક ડીપો તરફથી છાપવાની પરવાનગી સાથે મળ્યા છે જે માટે એ સંસ્થાના અમે ખૂબ આભારી છીએ.

પ્રાચ્ય વિદ્યામંદિર વડોદરાના નિયામકશ્રી અને તેમના સ્ટાફનો પણ અમારે આભાર માનવાનો છે. તેમના તરફથી અમને વારંવાર ઉપયોગી સૂચનો મળ્યાં છે.

આ પુસ્તક લખવાની તક આપવા માટે અમે મહારાજા સયાજીરાવ યુનિવર્સિટી, વડોદરાના આભારી છીએ.

આ. રા. ચવ્હાણ
ચં. હી. પાઠક

પ્રાયોગિક અભ્યાસ માટે સૂચનો

વનસ્પતિશાસ્ત્રનો અભ્યાસ ખરેખર તો વનસ્પતિઓ જ્યાં ઊગતી હોય તે સ્થળ ઉપર જઈને જ થઈ શકે. આ રીતે જોતાં વનસ્પતિશાસ્ત્રને (ખાસ કરીને વર્ગીકરણ માટે અને પરિસ્થિતિવિજ્ઞાન અથવા ઓકશાસ્ત્ર Ecology જેવી શાખાઓ માટે) વસ્તુતઃ ક્ષેત્રીયઃ શાસ્ત્ર (Field Science) કહી શકાય. મૂળ, પ્રકાંડ, પર્ણ, પુષ્પ, ફળ, વગેરે સંબંધી આકૃતિવિજ્ઞાનના જે પારિભાષિક શબ્દો તમે શીખ્યા છો તે વનસ્પતિઓનો ક્ષેત્રીય અભ્યાસ વ્યવસ્થિત રીતે કરવામાં ઉપયોગી નીવડશે. આ પારિભાષિક શબ્દો વડે તમે વનસ્પતિઓનું વર્ણન ટૂંકાણમાંપણ ચોકસાઈપૂર્વક કરી શકશો અને આ શબ્દો વડે કરાયલું વર્ણન આંતરરાષ્ટ્રિય રીતે માન્ય રખાશે.

વગડામાં તમે વનસ્પતિઓનો અભ્યાસ કરવાને ઇરાદે જાઓ ત્યારે તેને માટે તમારી તૈયારી બરાબર હોવી જોઈએ. દાખલા તરીકે, સાપ વગેરે સામે રક્ષણ માટે તમારે ફીલ્ડબૂટ પહેરવા જોઈએ અને તડકાથી બચવા માટે હેટ પહેરવી જોઈએ. બાહ્યાવલોકન (outdoor observation) માટે જતી વખતે વેસ્કયુલમ (વનસ્પતિઓ અથવા તેમના અંગોને રાખવાની પેટી), સૂક્ષ્મદર્શક કાચ (લેન્સ–Lens) ચપ્પુ, કોદાળી અને ધારિયું એટલી વસ્તુઓ તો હંમેશાં સાથે લઈ જવી જ જોઈએ. કોઈ વનસ્પતિ કે તેનું અંગ વિશેષ અભ્યાસ માટે પ્રયોગશાળામાં લઈ જવાની જરૂર લાગે તો આ વસ્તુઓ ઉપયોગી થઈ પડે છે. એકઠા કરેલા નમૂનાઓ સડી નહિ જાય તે માટે પરિરક્ષક દ્રાવણ (Preservative Fluid) રાખવું ઇચ્છનીય છે. બજારમાં લગભગ ૪૦ ટકાના સાન્દ્રણવાળું ફોર્માલ્ડિહાઇડ મળે છે, તેમાં ૧ ભાગમાં ૭ ભાગ પાણી ઉમેરીને આવું દ્રાવણ બનાવી શકાય છે; પુષ્પો જેવાં નાજુક અંગોને જાળવવા માટે ૧ ભાગમાં ૧૫ ભાગ પાણી નાખી વધારે અપસાન્દ્રિત (dilute) કરેલું દ્રાવણ વાપરવું. વેસ્કયુલમમાં પાણીમાં ભીંજવેલું બ્લોટીંગ પેપર રાખવાનું ભૂલશો નહિ, નહિ તો પ્રયોગશાળામાં પહોંચતા સુધીમાં એકઠા કરેલા નમૂના સુકાઈ જવાનો સંભવ છે. કળીઓ જેવા નાના કદના નમૂનાઓ ભેગા કરવા માટે લેબલ લગાડેલી ડટ્ટાવાળી કાચની ટયુબો સાથે રાખવી.

... વનસ્પતિઓ ... મેળવેલી માહિતી ... તે ... તે સમય નોંધપોથીમાં ટપકાવી લેવાની ટેવ રાખવી. આ માહિતીમાં વનસ્પતિનો દેખાવ, સ્થાન, આજુબાજુ ઊગતી બીજી વનસ્પતિઓ, જમીનનો પ્રકાર, વનસ્પતિના સ્થાનિક લોકો દ્વારા થતા ઉપયોગો વગેરે મુદ્દાઓનો સમાવેશ થાય છે. ટૂંકામાં, ભવિષ્યમાં ઉપયોગી થાય એવી કોઈ પણ માહિતીની નોંધ લેવી. આવી નોંધ વિના માત્ર સંગ્રહસ્થાનમાં રાખેલા નમૂના ઉપરથી ઉપલી માહિતી મળી શકશે નહિ.

એકઠા કરેલા વનસ્પતિનમૂનાઓ પ્રયોગશાળામાં લાવ્યા પછી તેઓ સુકાઈ જાય તે પહેલાં એમને તપાસવા જોઈએ અને 'ફ્લોરા' (Flora એટલે કે જે તે પ્રદેશમાં ઊગતી વનસ્પતિઓ સંબંધી માહિતી આપતા સંદર્ભગ્રંથ)માં આપેલા વર્ણન સાથે સરખાવી વનસ્પતિનું નામ નક્કી કરી લેવું જોઈએ. આટલું થયા પછી નમૂનાને ઝેરી દ્રાવણમાં બોળીને સૂકવીને જાડા કાગળ અથવા પૂંઠા ઉપર ચોઢવા એટલે 'હર્બેરિયમ' (Herbarium–વનસ્પતિસંગ્રહાલય)માં રાખવાયોગ્ય નમૂનો તૈયાર થશે. આવો નમૂનો તૈયાર કરવાની વિધિ સરળ છે અને તે કોઈ પણ કૉલેજના વનસ્પતિશાસ્ત્રવિભાગ પાસેથી જાણી શકાશે.

વનસ્પતિઓને એકઠી કરતી વખતે એના પર્યાવરણ અને એની વચ્ચેના પરસ્પરસંબંધ તરફ ખાસ ધ્યાન આપવું અને તેની નોંધ કરવી. જે તે સ્થાનમાં ઊગતા વનસ્પતિસમૂહ (Association) સંબંધી પણ અવલોકન કરવું અને જે તે સમૂહમાં અમુક વનસ્પતિનું સ્થાન કેવું છે તે સંબંધી માહિતી નોંધવાનો પણ ખ્યાલ રાખવો. જે તે સમૂહમાં કઈ વનસ્પતિ આગળ પડતી દેખાય છે તેની પણ નોંધ લેવી. આ રીતે અભ્યાસ કરવાથી પરિસ્થિતિ-વિજ્ઞાન (ઓકશાસ્ત્ર—Ecology) વિષયક માહિતી મળી શકે છે.

માણસજાતને માટે વનસ્પતિઓ આર્થિક રીતે પણ ભારે અગત્યની છે. રસોડામાં રાખેલી ચીજો જોવાથી આ વાતનો સારો ખ્યાલ આવી શકે. આ ઉપરાંત ઘરમાંની બીજી ચીજો (દા.ત. ફર્નિચર, કપડાં વગેરે) પણ વનસ્પતિની ઉપયોગિતાનો ખ્યાલ આપશે. વનસ્પતિસૃષ્ટિમાંથી મેળવેલી ઘરમાંની ચીજોની યાદી બનાવો અને દરેક વસ્તુ કઈ વનસ્પતિમાંથી મેળવાઈ છે, છોડનો

એ કયો ભાગ છે, એના ઉપયોગો શું થાય છે, એનું રાસાયણિક બંધારણ કેવું છે અને દુનિયાના કયા ભાગમાંથી એ એકઠી કરવામાં આવે છે, એ સંબંધી માહિતી એકઠી કરો આ. ઉપરાંત તમારા ગામ કે શહેરના શાકબજારમાં જઈને અને ગાંધી અથવા હકીમની દુકાનમાંથી વનસ્પતિઓ અથવા વનસ્પતિજન્ય ઔષધો વગેરે મેળવો અને એમના સંબંધી વિસ્તૃત માહિતી એકઠી કરો. આટલું કરશો તો આર્થિક વનસ્પતિશાસ્ત્ર (Economic Botany)નું તમારું જ્ઞાન નોંધપાત્ર ગણાશે.

પ્રાયોગિક

પ્રયોગ ૧

પ્રસરણ (Diffusion)—એક કાચના પારદર્શક પ્યાલામા પાણી ભરી એ પ્યાલાને કોઈ છેડે નહી એવે સ્થળે એ સ્થિર રહે તેમ મૂકો આ પાણીમા આસ્તેથી મોરથૂથુ (Copper Sulphate)નો એક નાનો સરખો ગાગડો મૂકો ગાગડો તળિયે બેસી જશે મોરથૂથુ પાણીમા ઓગળવા માડતા ગાગડાની આજુબાજુનુ પાણી ભૂરુ થશે ધીમે ધીમે ભૂરા રગવાળા પાણીનો વિસ્તાર વધતો જશે વખત જતા એ બધુ પાણી એક સરખા ભૂરા રગનુ થઈ જશે જે પ્રક્રમ (process)થી મોરથૂથુના કણો પાણીમા ફેલાયા તેને **પ્રસરણ** કહે છે પ્રસરણના પ્રક્રમમા પદાર્થના કણો જે સ્થળે ઘનફળ એકમ દીઠ એ કણોની સખ્યા (બાજુના ભાગમાની એની સખ્યા કરતા) વધારે હોય ત્યાથી ઓછી સખ્યાવાળા વિસ્તાર તરફ પ્રસરે છે

પ્રયોગ ૨

રસાકર્ષણ (Osmosis)—પાણીમા ખાડનુ સાન્દ્રિત (concentrated) વિલયન બનાવો એક થીસલ ગળણીના પહોળા ભાગ ઉપર (મોઢા ઉપર) પાર્ચમેન્ટ કાગળ બાધો આ કાગળ બાજુએથી પાણી અદર ન પ્રવેશે એવો સખત બાધવો જોઈએ પછી ગળણીના સાકડા નાળચાદ્વારા અદર ખાડનુ વિલયન દાખલ કરો હવે એ ગળણીને ઊધી જ રાખીને પાણીના પ્યાલામા (બીકરમા) મૂકો ગળણીને બીકરના તળિયાથી અદ્ધર રાખવા માટે સ્ટૅન્ડ (ઘોડી)નો ઉપયોગ કરો ગળણીમા વિલયનની સપાટી કયા છે તેની નોધ કરી ત્યા નિશાની કરો થોડા જ વખતમા જણાશે કે ગળણીમાના પાણીની સપાટી ઊચી જવા માડે છે, જે બતાવે છે કે બહારથી પાણી અદર ગયુ છે પાણી પાર્ચમેન્ટ પેપરની આરપાર થઈ ગળણીમા પ્રવેશ્યુ છે ત્વચા (membrane) દ્વારા થતા પ્રસરણને **રસાકર્ષણ** (Osmosis) કહેવામા આવે છે

પ્રયોગ ૩

મૂલદાબ (Root pressure)—કૂડામા ઉગાડેલા તદુરસ્ત છોડને

સારા પ્રમાણમાં પાણી આપી આર્દ્ર વાતાવરણમાં રાખો. વાતાવરણ જોડે છોડનું બરાબર સમતોલન સધાયા પછી માટીની સપાટી નજીક છોડના પ્રકાંડ (દાંડી)ને તીરછો કાપ મૂકી છોડનો ઉપલો ભાગ જુદો કરો. કપાયેલા નીચલા છેડા (કૂંડા સાથે રહેલા છેડા)ને ભીનો રાખી રબરની નળીથી કાચની નળી સાથે જોડો અને એ નળીને સ્ટેન્ડ વતી ઊભી રાખો અને એ નળીમાં થોડું પાણી ઉમેરી ઉપર તેલનું એક ટીપું નાખો. તેલ ઉમેરવાનો હેતુ બાષ્પીભવનથી થતો જલક્ષય અટકાવવાનો છે. જણાશે કે કાચની નળીમાંના પાણીની સપાટી ધીમે ધીમે ઊંચી જાય છે. આમ થવાનું કારણ મૂલદાબ છે. અમુક પરિસ્થિતિમાં આ કારણે પાણી ૨૦–૩૦ ફૂટ ઊંચું ચઢી શકે છે.

પ્રયોગ ૪

ઉત્સ્વેદન (Transpiration)ને કારણે થતું પાણીનું ચૂસણ : એકાદ છોડની પાંદડાંવાળી ડાળખીને પાણીમાં રાખીને કાપો આની રીતે કાપવાનો હેતુ કાપમાં થઈને પ્રકાંડમા હવા ભરાઈ ન જાય એ છે. પ્રકાંડ બરાબર આવી રહે એવા વ્યાસવાળી આશરે ૨ ફૂટ લાંબી કાચની નળીમાં પાણી ભરી કાણાવાળા બૂચમાં થઈને અથવા રબરની નળીથી ડાળીને કાચની નળી સાથે જોડો. સાધા આગળથી પાણી નીકળી નહીં જાય તે માટે જરૂર પડે તો પ્લાસ્ટર ઑફ પેરિસનો ઉપયોગ કરો. કાચની નળીનો બીજો છેડો પારાથી ભરેલા વાસણમાં મૂકો. એમ કરવામાં નળીમાં હવા ભરાઈ નહીં જાય તે ખાસ જુઓ. એ પછી કાચની નળીને ડાળી સાથે સ્ટૅન્ડની મદદથી ઊભી રાખો. થોડી વાર પછી કાચની નળીમાં પારો ઊંચો ચઢતો દેખાશે. ઉત્સ્વેદનથી પાણી ડાળામાથી ખેંચાવાથી ઉપર ચઢે છે અને તેમ થવાથી પારો નળીમાં ઊંચે ચઢે છે.

પ્રયોગ ૫

ઉત્સ્વેદન (Transpiration)—કૂંડામાં ઉગાડેલો નાના કદનો એક છોડ લઈને તેના ઉપર કાચની હાંડી ઢાંકો. કૂંડામાંની માટીમાંથી બાષ્પીભવન થઈને પાણી ઊડી નહીં જાય તેમ કરવા માટે એ માટી ઉપર પ્લાસ્ટિક અથવા મીણ કાપડ ઢાંકો. થોડો વખત વીત્યા પછી જણાશે કે હાંડીના અંદરના ભાગ ઉપર જલબિંદુઓ બાઝેલાં છે. છોડમાંથી ઉત્સ્વેદન-ક્રમથી બાષ્પરૂપે પાણી બહાર નીકળ્યું અને તે હાંડી ઉપર ઠરવાથી તેનાં ટીપાં બંધાયાં.

કાર્બન ડાયોક્સાઈડ (CO_2) રન્ધ્રો (Stomata) દ્વારા પર્ણમાં પ્રવેશે છે.—કૂંડામાં ઉગાડેલા છોડને ૨૪ કલાક સુધી અંધારામાં રાખો. આમ કરવાથી પર્ણોમાં સંગ્રહિત થયેલો સ્ટાર્ચ વપરાઈ જશે અથવા એનું બીજાં સંયોજનોમાં રૂપાંતર થશે. આ છોડના પર્ણનો નાનો ટૂકડો લઈ આયોડિન-પરીક્ષણ(Test)થી ખાત્રી કરો કે પર્ણમાં સ્ટાર્ચ નથી. એ પછી એ છોડના એક પર્ણના અમુક ચોક્કસ ભાગ ઉપર વેસેલિન લગાડી તે ભાગનાં રન્ધ્રો પૂરી દો, અને છોડને પ્રકાશમાં રાખો. થોડા વખત પછી એ પર્ણને આયોડિન-પરીક્ષણથી તપાસતાં દેખાશે કે જે ભાગમાં વેસેલાઈન લગાડેલું હતું તે ભાગ સિવાયના ભાગોમાં પર્ણમાં સ્ટાર્ચ બનેલો છે. વેસેલાઈન લગાડેલા ભાગમાં રન્ધ્રો પુરાઈ જવાથી વાતાવરણમાંથી કાર્બન-ડાયોક્સાઈડ પર્ણમાં પ્રવેશી શક્યો નહીં એટલે તે ભાગમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ થઈને સ્ટાર્ચ બનવાની ક્રિયા થઈ નહિ.

પ્રયોગ ૭

પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમ માટે પ્રકાશ આવશ્યક છે:—પ્રયોગ ૬માં બતાવ્યું છે તે પ્રમાણેનો સ્ટાર્ચ જેનાં પર્ણમાં નહિ હોય એવો છોડ લો અને એક પર્ણનો થોડો ભાગ અપારદર્શક પટ્ટીથી ઢાંકી દો. પટ્ટી થોડા ભાગમાં કાપી નાખી ગમે તે આકૃતિ બનાવેલી હોય એવી પટ્ટી આ કામ માટે લો. એ પછી છોડને પ્રકાશમાં રાખો. થોડા વખત પછી એ પર્ણને આયોડિન-પરીક્ષણ વડે તપાસતાં દેખાશે કે આકૃતિ સિવાયના પટ્ટી નીચેના ભાગમાં સ્ટાર્ચ બન્યો નથી. આમ થવાનું કારણ એ છે કે પટ્ટી અપારદર્શક હોવાથી એની નીચેના પર્ણના ભાગને પ્રકાશ મળી શક્યો નહિ એટલે તે ભાગમાં પ્રકાશસંશ્લેષણ (Photosynthesis) થયું નહિ.

પ્રયોગ ૮

પ્રકાશસંશ્લેષણ દરમિયાન ઑક્સીજન (પ્રાણવાયુ O_2) નીકળે છે:—પાણીમાં ઊગતા ઇલોડીઆ (Elodea) જેવા તાજા છોડ લો અને તેમને કાચના પાણી ભરેલા વાસણ કે પ્યાલામા રાખો. આ છોડો ઉપર ઊંધી કાચની ગળણી મૂકો. ગળણી પાણીમાં ડૂબે એટલું પાણી હોવું જોઈએ. એ પછી કાચની કસનળી (Test tube)મા પાણી ભરી એને

ઊંધી કરીને ગળણીના નાળચા ઉપર મૂકો. હવે આખા ઉપકરણ (Apparatus)ને પ્રકાશમાં મૂકો. થોડા જ વખતમાં છોડવાઓના કપાયલા છેડાઓમાંથી વાયુના પરપોટાઓ નીકળતા દેખાશે અને તે કસનળીમાં ભેગા થશે. નળીમાંના વાયુનું પરીક્ષણ કરતાં માલૂમ પડશે કે એ વાયુ ઑક્સીજન છે.

પ્રયોગ ૯

પ્રકાશસંશ્લેષણ માટે કાર્બન ડાયોક્સાઈડ(CO_2)ની આવશ્યકતા છે.—લાંબાં અને સાંકડાં પર્ણવાળા છોડમાં પર્ણોમાં સ્ટાર્ચ નથી એની ખાત્રી કરી (જુઓ પ્રયોગ ૬) એક પહોળા મોંની શીશી લઈ તેના બૂચના બે ઊભા ટૂકડા કરી એ બંને વચ્ચે છોડના એક પર્ણને એવી રીતે મૂકી બૂચ મારો કે પર્ણનો થોડો ભાગ શીશીની અંદર રહે અને બાકીનો ભાગ બૂચમાં અને બહાર રહે. શીશીમાં કૉસ્ટિક પોટાશ(KOH)નું વિલયન (Solution) એટલું રાખો કે પર્ણને એ વિલયન અડકે નહિ. બૂચમાંથી હવા શીશીમાં પ્રવેશે નહિ તેની કાળજી રાખો. હવે પર્ણને શીશી સાથે પ્રકાશમાં રાખો. થોડા વખત પછી આ શીશીમાં રાખેલા પર્ણને આયોડિન-પરીક્ષણથી તપાસતાં એનો જે ભાગ શીશીમાં રખાયેલો હતો તે ભાગમાં સ્ટાર્ચ દેખાશે નહિ પરંતુ એ પર્ણના બહારના ભાગમાં સ્ટાર્ચ જણાશે. શીશીમાંની હવામાં રહેલો CO_2 KOHના વિલયનમાં શોષાઈ જાય છે અને બહારની હવા શીશીમાં આવી શકતી નથી. આમ થવાથી શીશીમાંના પર્ણના ભાગમાં CO_2 મળ્યો નહિ એટલે પ્રકાશસંશ્લેષણથી સ્ટાર્ચ બન્યો નહિ.

પ્રયોગ ૧૦

અંકુરણ પામતાં બીજોને ઑક્સીજનની જરૂર પડે છે.—એક નળા(સીલિંડર)માં અંકુરણ પામતાં થોડાં બીજ મૂકી નળાને સીલ કરી દો. દશ-બાર કલાક પછી નળાને ઉઘાડી તેમાં સળગતી મીણબત્તી દાખલ કરશો તો તે ઓલવાઈ જશે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે નળામાંની હવામાંનો ઑક્સીજન બીજોના શ્વસનમાં વપરાઈ ગયો.

પ્રયોગ ૧૧

શ્વસનપ્રક્રમ દરમિયાન Co_2 બને છે.—એક પહોળા મોંની શીશીમાં અંકુરણ પામતાં થોડાં બી મૂકો અને તેઓ ડૂબી જાય એટલું પાણી ઉમેરો. બૂચ મારફતે શીશીમાં એક થીસલ ગળણીનું નાળચું દાખલ કરો અને

તેનો નીચલો છેડો પાણીમાં ડૂબે એમ રાખો. બૂચમાં થઈને એક બીજી કાચની વક્ર નળી એવી રીતે રાખો કે એનો શીશીમાંનો છેડો પાણીની સપાટીથી સારો જેવો ઊંચે રહે અને બીજા છેડાને 'ચૂનાનું' નીતર્યું' પાણી ભરેલા નળામાં ડૂબાડો. આ રીતની ગોઠવણી થોડી વાર રહેવા દીધા પછી ગળણી મારફત શીશીમાં પાણી ઉમેરશો તો શીશીમાંની હવા વક્ર નળીમાં થઈને ચૂનાના પાણીમાં જશે જે દૂધિયું થવા માંડશે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે બીજવાળી શીશીમાં બીજોના શ્વસનને કારણે નીકળેલો વાયુ CO_2 એકઠો થાય છે. શીશીમાં પાણી ઉમેરતાં અંદરની હવા ઉપર દબાણ અવતાં CO_2વાળી હવા ચૂનાના પાણીમાં જવાથી તેમાં કેલ્શ્યમ કાર્બોનેટ ($CaCO_3$) બનવાથી પાણી દૂધિયો રંગ ધારણ કરે છે.

પ્રયોગ ૧૨

ભૂકેન્દ્રાનુવર્તન (Geotropism):—થોડા બાલપાદપો (Seedlings) ઉગાડો. એમાંથી સીધી દાંડી (Stem) અને મૂળ (Root) ધરાવતા પાદપો પસંદ કરો અને તેમને લાકડાનો ભીનો વહેર ભરેલા કાચના ચોકડામાં એવી રીતે મૂકો કે આ છોડ કાચમાંથી બરાબર દેખાય. કેટલાક છોડને આડા મૂકો, કેટલાકને ઊભા (સીધા) અને થોડા આડાઅવળા ગમે તે સ્થિતિમાં. આ પેટી અથવા ચોકડાને એકબે દિવસ માટે અંધકારમાં રાખો અને પછી પેલા બાલપાદપોને તપાસો. જણાશે કે બધા છોડોમાં પ્રરોહાગ્ર (Stem tips) ઊંચે અને મૂલાગ્રો (Root tips) જરૂર પડે તો વળીને પણ નીચે ગયા હશે. આમ થવાનું કારણ વૃદ્ધિ (Growth) ઉપર પડતો પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણનો પ્રભાવ છે. પ્રરોહ (Stem) ભૂકેન્દ્રથી દૂર જાય છે જ્યારે મૂલાગ્ર ભૂકેન્દ્ર તરફ. આ ભૂકેન્દ્રાનુવર્તન (Geotropism)નું ઉદાહરણ છે.

પ્રયોગ ૧૩

પ્રકાશાનુવર્તન (Phototropism)—રાઈ કે વાલના બાલપાદપ (Seedling)ને પ્રયોગ ૧૨માં વર્ણવ્યા પ્રમાણેના કાચના ખોખામાં ભીના વહેરમાં ઉગાડો. અને પ્રકાશની રચના એવી કરો કે પ્રકાશ છોડને એક તરફથી જ મળે. બેત્રણ દિવસ પછી છોડને તપાસશો તો જણાશે કે પ્રરોહાગ્ર પ્રકાશની દિશા તરફ વળેલું હશે અને મૂલાગ્ર એથી વિરુદ્ધ દિશામાં. આમ થવાનું કારણ વૃદ્ધિ ઉપર થતી પ્રકાશની અસર છે. આ પ્રકાશાનુવર્તનનું ઉદાહરણ છે.

અનુક્રમણિકા

શુદ્ધિપત્ર

પૃષ્ઠ	અશુદ્ધ	શુદ્ધ
૧૨૭	પ્રકરણ ૧૯	પ્રકરણ ૧૪
૧૫૭	પ્રકરણ ૨૦	પ્રકરણ ૧૫

પ્રકરણ ૧

વિષયપ્રવેશ

આપણી પૃથ્વી એ બ્રહ્માંડનો એટલો નાનો ભાગ છે કે એનો ખરેખર ખ્યાલ આવવો મુશ્કેલ છે. કેટલાક આંકડાઓ આપીને જ સંતોષ માનવો રહ્યો. જેને આપણે આકાશગંગાના નામે ઓળખીએ છીએ તે નિહારિકામાં આશરે ૩૦ અબજ તારાઓ છે. એ તારાઓમાંનો એક તે આપણો સૂર્ય. એની નજીકમાં નજીકના તારા અને સૂર્ય વચ્ચે એટલું લાંબું અંતર છે કે એ અંતર કાપતાં પ્રકાશકિરણોને આપણાં ૪ વર્ષથી પણ થોડો વધારે સમય લાગે. પ્રકાશકિરણોની ગતિ એક સેકંડમાં લગભગ ૧,૮૬,૦૦૦ માઇલ અથવા ૩,૦૦,૦૦૦ કિલોમીટર જેટલી છે એ હકીકત ધ્યાનમાં લેવાથી નિહારિકાના કદનો આછોપાતળો ખ્યાલ આવશે. બ્રહ્માંડમાં આવી અનેક નિહારિકાઓ છે. પૃથ્વી આમ ભલે બ્રહ્માંડનો અતિ અલ્પ ભાગ હોય, પરંતુ આપણે પૃથ્વીવાસીઓ માટે તો એ બ્રહ્માંડનો સૌથી મહત્ત્વનો પ્રદેશ છે.

ચેતના અથવા જીવન(life)નો ઉદ્‌ભવ કેવી રીતે થયો એ કદાચ ક્યારે પણ જાણી શકાશે નહીં પરંતુ કેટલાક પ્રયોગો ઉપરથી એ ક્રમનો ખ્યાલ આવી શકે છે. જીવનનો જે ભૌતિક પાયો (Material basis of life) છે તે જીવદ્રવ્ય (Protoplasm)ની રચના માટે આવશ્યક એવા બધા જ રસાયણિક પદાર્થો સમુદ્રમાં કરોડો વર્ષ ઉપર પણ હતા અને સમુદ્રમાં જ જીવદ્રવ્યનો ઉદ્‌ભવ થયો. જીવદ્રવ્યનું રસાયણિક બંધારણ જોતાં એ મહદંશે પાણીનું બનેલું છે. આ કારણે પર્યાવરણ (environment)માંથી પાણીનું શોષણ (absorption) થઈ શકે અને એમ છતાં એમાંથી થતા પાણીના બાષ્પીભવન ઉપર નિયંત્રણ મૂકે અને પ્રાણવાયુ (oxygen) હવામાંથી સીધો મેળવી શકે એવી તંત્રરચના (mechanism) વિકસ્યું નહીં ત્યાં સુધી જીવસૃષ્ટિ પાણી પૂરતી જ મર્યાદિત રહી. આવું તંત્ર વિકસ્યા પછી જ સ્થળ (ભૂમિ, Land) ઉપર જીવપિંડો(organisms, જીવો)નું આગમન થઈ શક્યું.

ચેતનના સ્વરૂપને સમજવા માટે જડ (lifeless objects, inanimate world) અને ચેતન વચ્ચેના તફાવત સમજવાની જરૂર છે. એ બે વચ્ચેના મૂળભૂત તફાવતોમાં મુખ્ય આ છે :

(૧) વૃદ્ધિ (growth), (૨) ચયાપચય (metabolism), (૩) જનન (reproduction) અને (૪) ઉત્તેજનશીલતા (સંવેદનશીલતા, irritability). ચેતનમાં આ બધાં લક્ષણો છે; જડમાં નથી. આમાંનું કોઈ પણ એક લક્ષણ (જે જડમાં પણ મળવાનો સંભવ છે) હોવાથી, કોઈ વસ્તુ જીવિત ગણાતી નથી; જીવિત પિંડોમાં આ બધા ગુણધર્મો એકસાથે હોય છે.

આપણી આજુબાજુની જીવસૃષ્ટિ તરફ નજર નાખતાં મનુષ્યો, કૂતરાં, બિલાડાં, ઘોડા-ગધેડાં, ઉંદર, સાપ, વીંછી, કીડી-મકોડી, પક્ષીઓ, જીવજંતુ-માછલી વગેરે પ્રાણીઓ (animals) અને વડ, પીપળો, આમલી, ગુલાબ, જુવાર, બાજરી, ઘઉં, મગ વગેરે વનસ્પતિઓ (plants) તરત ધ્યાનમાં આવે છે. આ બધાં જ જીવો તરીકે વૃદ્ધિ, ચયાપચય, જનન અને સંવેદનશીલતા એ લક્ષણો ધરાવે છે. એમને પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ તરીકે સહેલાઈથી જુદાં પાડી શકાય છે; પરંતુ એમ કરવાનું જેમને જીવશાસ્ત્ર (biology)માં ઉચ્ચ શ્રેણીના જીવો (higher forms of life) ગણવામાં આવે છે એમના સંબંધમાં જ શક્ય છે. ઉપર આપેલાં ઉદાહરણો આવા ઉચ્ચ શ્રેણીના જીવોનાં છે. જીવસૃષ્ટિમાં નાનીમોટી અપુષ્પ વનસ્પતિઓ અને કીટાણુ અથવા બેક્ટીરિયા (bacteria) જેવી સૂક્ષ્મ વનસ્પતિઓ અને સૂક્ષ્મ પ્રાણીઓનો પણ સમાવેશ થાય છે. નીચી શ્રેણીઓ (lower forms of life)નો અભ્યાસ કરતાં એવા જીવો મળે છે કે એમને પ્રાણી કહેવા કે વનસ્પતિ એ ચોક્કસ રીતે એકમતે નક્કી થઈ શક્યું નથી. **આ પુસ્તકમાં ઉચ્ચશ્રેણીની વનસ્પતિઓ ઉપર જ ભાર મૂકવામાં આવ્યો છે.**

જીવસૃષ્ટિની શરૂઆતમાં સફળ નીવડેલા જીવો ક્લોરોફીલયુક્ત (હરિતદ્રવ્ય chlorophyll ધરાવતા) હતા. હાલની હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ પણ ક્લોરોફીલયુક્ત છે. ક્લોરોફીલથી પ્રકાશસંશ્લેષણ (photosynthesis)ના ક્રમથી પોષણદ્રવ્યો (ખોરાક, food) બનાવી શકાય છે. આ રીતે હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ જીવસૃષ્ટિના પ્રાથમિક ઉત્પાદકો (primary producers)

છે અને બધાં પ્રાણીઓ અને હરિતદ્રવ્ય વિનાની ફૂગ જેવી વનસ્પતિઓ હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ ઉપર સીધી કે આડકતરી રીતે અવલંબે છે. આવા જીવો જીવસૃષ્ટિના વિનિયોજકો (consumers) છે.

જમીન ઉપર થતી વનસ્પતિઓ (ખાસ કરીને સપુષ્પ વનસ્પતિઓ)નું માણસજાતને માટે આર્થિક મહત્ત્વ ભારે છે. એ વનસ્પતિઓ આપણને ખોરાક, કપડાં, ઔષધો અને બીજી અનેક પ્રકારની ઔદ્યોગિક અગત્યની સામગ્રી પૂરી પાડે છે.

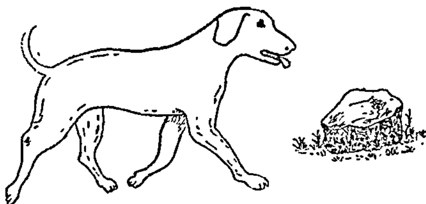
વનસ્પતિ સંબંધી અભ્યાસ જીવશાસ્ત્ર (Biology)ની જે વિદ્યાશાખામાં થાય છે તેને વનસ્પતિવિજ્ઞાન (Botany) કહે છે. સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રની શોધ થયા પછી અને બીજી વિદ્યાશાખાઓમાં થતી પ્રગતિની સાથે સાથે જીવશાસ્ત્રીય સંશોધનમાં ભારે પ્રગતિ સધાઈ છે અને નવી નવી ઉપશાખાઓ વિકસતી રહી છે. વનસ્પતિશાસ્ત્રની મુખ્ય ઉપશાખાઓમાં આકૃતિ-વિજ્ઞાન અથવા આકારિકી (Morphology) શરીરક્રિયા વિજ્ઞાન (physiology), વનસ્પતિ વર્ગવિજ્ઞાન (વર્ગીકરણ વનસ્પતિ વિજ્ઞાન, Systematic Botany), વર્ગીકરણ નિયમ (Taxonomy), પરિસ્થિતિવિજ્ઞાન (પ્રકોશાસ્ત્ર, Ecology) અને વનસ્પતિ ભૂગોળ (Plant Geography)નો સમાવેશ થાય છે. આકારિકી અથવા મોર્ફોલોજીમાં કોશિકાવિજ્ઞાન (Cytology), શારીર અથવા અંગરચના (Anatomy), ઊતકવિજ્ઞાન અથવા ઊતિકી (Histology), ભ્રૂણવિજ્ઞાન (Embryology) વગેરે ઘણી શાખાઓ સ્વતંત્ર બની છે.

વનસ્પતિઓ મનુષ્ય જાત માટે આર્થિક મહત્ત્વની છે એ રીતે અને વનસ્પતિશાસ્ત્રનો અભ્યાસ વૈજ્ઞાનિક દૃષ્ટિબિંદુ (Scientific outlook) કેળવવામાં ઘણો સહાયભૂત થાય એવો છે એ જોતાં વનસ્પતિશાસ્ત્રને કોઈ પણ અભ્યાસક્રમમાં સ્થાન આપવું ઉચિત લાગે છે.

પ્રકરણ ૨

જડ અને ચેતન

જગતમાં જે અસંખ્ય વસ્તુઓ આપણે જોઇએ છીએ તેમને સામાન્ય રીતે બે વર્ગમાં વહેંચી શકાય: સજીવ અને નિર્જીવ અથવા ચેતન અને જડ (Living and Non-living). જીવજંતુસહિત પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ સજીવ વર્ગમાં આવે જ્યારે પાણી, પથ્થર, કાચ, ધાતુઓ, મીઠું વગેરે નિર્જીવ વર્ગનાં ઉદાહરણો છે. જીવશાસ્ત્ર(Biology, જીવવિજ્ઞાન)માં સજીવ વસ્તુઓનો અભ્યાસ કરવામાં આવે.છે.



આકૃતિ ૧

કૂતરો સજીવ છે; ખડક નિર્જીવ છે, (સજીવ અને નિર્જીવ વચ્ચેના તફાવતોની ચર્ચા અન્યત્ર વિગતવાર કરી છે.)

કોઈ વસ્તુ વિષે આપણને પૂછવામાં આવે કે એ સજીવ છે કે નિર્જીવ તો એનો જવાબ આપવાનું મુશ્કેલ આપણને લાગતું નથી. ઘણી વાર તો આપણને એમ પણ થાય છે કે પૂછનારે આમાં પૂછ્યું શું? પરંતુ જો કોઈ પૂછે કે સજીવ કયા ગુણધર્મોથી નિર્જીવથી ભિન્ન છે તો જવાબ આપવાનું સહેલું નથી. ઘણા ગુણધર્મો ધ્યાનમાં લઈએ તો એમ કહી શકાય કે અમુક ગુણધર્મો-વાળી વસ્તુ સજીવ વર્ગમાં આવે. આ ગુણધર્મસમૂહમાં મુખ્ય આટલા છે:

(૧) વૃદ્ધિ અને વિકાસ, (૨) ચયાપચય, (૩) જનન અને (૪) ઉત્તેજનશીલતા. આ ગુણધર્મોને વિગતવાર તપાસીએ.

(૧) વૃદ્ધિ અને વિકાસ (Growth and Development) :—પોતાનાથી ભિન્ન પ્રકારના પદાર્થોનો ઉપયોગ કરીને સજીવ વસ્તુઓ વધે છે. આપણે અન્ન, શાકભાજી, દૂધ વગેરે ખોરાક લઈએ છીએ તેમાંથી શરીરમા હાડ, માંસ, મજ્જા વગેરે તૈયાર થાય છે. વનસ્પતિઓ પણ પર્યાવરણમાંથી ખનિજ દ્રવ્યો, કાર્બન ડાયોકસાઈડ અને પાણી લઈને અથવા બીજા જીવોમાંથી તૈયાર ખોરાક લઈને વૃદ્ધિ પામે છે. નિર્જીવ પદાર્થો આ રીતે વૃદ્ધિ પામતા નથી. સ્ફટિક (crystal)ની વૃદ્ધિ થતી દેખાય છે પણ તે પ્રક્રમમાં માધ્યમમાંથી સ્ફટિકદેહ જે પદાર્થનો બનેલો છે તે જ પદાર્થના અણુઓ (Molecules) સ્ફટિક સપાટી ઉપર ઉમેરાવાથી સ્ફટિકકદ વધે છે. જીવોની વૃદ્ધિ માટે ચયાપચય (Metabolism) નામે ઓળખાતો પ્રક્રમ-સમૂહ જવાબદાર છે. વૃદ્ધિ ઉપરાંત જીવદેહમાં વિકાસ (Development) થતો દેખાય છે. બીજમાંથી અંકુરણ થઈને નવો છોડ થાય છે અને છેવટે એના ઉપર નવાં બીજ તૈયાર થાય છે તે દરમિયાન વૃદ્ધિ અને વિકાસ એ બંને પ્રક્રમો જોઈ શકાય છે.

(૨) ચયાપચય (ચય, Anabolism+અપચય, Catabolism = ચયાપચય, Metabolism):—આમાં જીવિત શરીરોમાં ચાલતી સર્જનાત્મક ક્રિયાઓ (ચય) અને વિઘટનાત્મક ક્રિયાઓ (અપચય)નો સમાવેશ થાય છે. આ પ્રક્રમો સંબંધી વિગતવાર ચર્ચા પછી કરીશું. આ પ્રક્રમોમાં પોષણ (Nutrition) અને મલોત્સર્ગ (Excretion)નો સમાવેશ થાય છે. જીવનક્રિયા માટે જોઈતી શક્તિ શ્વસન (Respiration) પ્રક્રમ દ્વારા શર્કરા જેવા પદાર્થોનું વિઘટન થઈ તેમાં સંઘરાઈ રહેલી શક્તિ છૂટી પડવાથી મળે છે. મૂળે તો આ શક્તિ પ્રકાશસંશ્લેષણ (Photosynthesis)ના પ્રક્રમ દ્વારા સૂર્યપ્રકાશમાંથી આવેલી.

(૩) ઉત્તેજનશીલતા અથવા સંવેદનશીલતા (Irritability-આવેગશીલતા) :—જીવિત વસ્તુઓ પોતાના શરીરમાં થતી અભિક્રિયાઓ (Reactions)ને કારણે અથવા બાહ્ય જગતમાં થતા ફેરફારોને કારણે ઉદ્‌ભવતા ઉત્તેજકો (Stimuli; એકવચન, Stimulus) તરફ સંવેદનશીલ (Sensitive) છે અને ઉત્તેજનશીલતાના ગુણધર્મને કારણે ઉત્તેજના

(Stimulation) અનુભવી પ્રત્યાઘાત રૂપે એમના શરીરમાં જે અનુકુલને અથવા સમાયોજન (Adaptation) રૂપે ફેરફાર થાય તેને જૈવ પ્રત્યાઘાત (Response) કહી શકાય. ગરમ વસ્તુને આંગળી લાગતાં છોકરું આંગળી ખેંચી લે છે અથવા કૂતરા સામે ખાવાનું ધરતાં કૂતરો પૂછડી પટપટાવે છે તે આ ગુણધર્મ બતાવતાં ઉદાહરણો છે. વનસ્પતિઓ પણ સંવેદનશીલ છે પરંતુ વનસ્પતિઓમાં થતું હલનચલન (Movement) પ્રાણીઓના હલનચલન જેટલું દેખીતું નથી.

(૪) જનન (Reproduction):—જનન એટલે જે પ્રક્રમથી જીવિત વસ્તુઓ પોતાના જેવા જ ગુણધર્મોવાળી નવી જીવિત વસ્તુઓ ઉત્પન્ન કરે છે તે. આ પ્રક્રમના મૂળમાં તો મૂળભૂત જીવિત પદાર્થ (જીવદ્રવ્ય)ની જડ પદાર્થોમાંથી પોતાના જેવો જ નવો જીવિત પદાર્થ લાવવાની શક્તિ રહેલી છે. વૃદ્ધિના મૂળમાં પણ આ જ શક્તિ છે.

જીવિત અને નિર્જીવ વસ્તુઓ વચ્ચે મૂળભૂત ભેદો ઉપર વર્ણવ્યા તે છે. આ ભેદોને કારણે બીજા પણ ભેદો નજરમાં આવે છે જેમાંના કેટલાક અહીં વર્ણવ્યા છે.

(૫) આકાર:—સામાન્ય રીતે જીવિત વસ્તુનો મુકરર આકાર હોય છે પરંતુ જડ પદાર્થોને આવો સ્પષ્ટ અને મુકરર આકાર નથી. નીચી શ્રેણીના કેટલાક જીવો અને સ્ફટિકોમાં આના અપવાદો મળશે.

(૬) જડ પદાર્થો ઘણુંખરું ધારવાળા કે અણીવાળા હોય છે જ્યારે જીવિત વસ્તુઓના છેડા ગોળાઈવાળા હોય છે.

(૭) જડ પદાર્થને મૃત્યુ જેવું કંઈ હોતું નથી જ્યારે જીવિત વસ્તુઓનું વિશિષ્ટ સંયોજન તૂટતાં તેઓનો "અંત" આવે છે અથવા તેઓ "મૃત્યુ" પામે છે.

વાઈરસ (વિષાણુ, Virus) એવા પદાર્થો છે જે જડ પદાર્થોની જેમ સ્ફટિકમય અવસ્થામાં મળી શકે છે અને કેટલાક જીવિત દેહોમાં પ્રવેશ પામતાં વાઈરસો એ દેહોમાં એવો ફેરફાર કરી શકે છે કે જેને કારણે વાઈરસની વૃદ્ધિ થાય છે, આમ વાઈરસો જડ અને ચેતન એ બંને વર્ગો જોડે થોડું થોડું સામ્ય ધરાવે છે.

પ્રકરણ ૩

જીવદ્રવ્ય (Protoplasm)

વનસ્પતિ કે પ્રાણી-શરીરનું રાસાયણિક પૃથક્કરણ (Analysis) કરતાં માલૂમ પડે છે કે બંનેના બંધારણમાં સરખા પ્રકારનાં રાસાયણિક સંયોજનો છે; આ સંયોજનોમાં મુખ્ય પ્રોટીન, કર્બોદિતો અને ખનિજ લવણો વગેરે છે. આ જોતાં બધી જ જીવિત વસ્તુઓ—વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ—માં જીવનાધાર તરીકે એક જ પ્રકારનું તંત્ર હોય એવું લાગે છે. આ તંત્રરૂપી પદાર્થ માટે યુરોપીય ભાષાઓમાં પ્રોટોપ્લાઝમ (Protoplasm) શબ્દ યોજાયો છે. આપણી ભાષામાં એને માટે **જીવદ્રવ્ય** અથવા **સચેતનદ્રવ્ય** એવો શબ્દ યોજી શકાય. પ્રોટોપ્લાઝમના પર્યાય તરીકે સૂચવાયેલા બીજા શબ્દોમાં **જીવરસ** અને **પ્રાકલ**નો સમાવેશ થાય છે.

આ જીવદ્રવ્યના ગુણધર્મોનો આધાર એકલા એમાં રહેલાં સંયોજનોના ભૌતિક અથવા રાસાયણિક ગુણધર્મો ઉપર નથી પરંતુ એ બધા પદાર્થોનું એકબીજા સાથે કેવી રીતે યોજન થયેલું છે એના ઉપર છે આ દૃષ્ટિએ જીવદ્રવ્યને ઘડિયાળ અથવા એવા બીજા યંત્ર સાથે સરખાવી શકાય. ઘડિયાળ અનેક ચક્રો, કમાનો અને ઉચ્ચાલકો (Levers)નું બનેલું હોય છે; પરંતુ ઘડિયાળને ઘડિયાળ કહેવા માટે આ બધા ભાગો અમુક નિશ્ચિત રીતે એક બીજા સાથે જોડાયેલા હોવા જોઈએ; આ બધા ભાગોને છૂટા પાડીને એમના ઢગલાને આપણે ઘડિયાળ કહી શકીએ નહિ, તે જ પ્રમાણે જીવદ્રવ્યના ઘટકોને છૂટા પાડી એમનુ ભૌતિક કે રાસાયણિક પૃથક્કરણ કરવાથી એના બંધારણનો ખરો ખ્યાલ આવી શકે નહિ. આમ છતાં જીવદ્રવ્યની યોજનાબદ્ધ (organised) રચના સમજવા માટે એના ઘટકોના ભૌતિક અને રાસાયણિક ગુણધર્મો સમજવાનુ આવશ્યક છે.

જીવદ્રવ્યના ભૌતિક ગુણધર્મો :—આ દ્રવ્ય કોલોઇડલ (Colloidal, કલિલ) અવસ્થાવાળું, દાણાદાર (granular) અને અર્ધપારદર્શક દેખાય છે. કોલોઇડલ સ્થિતિ એ પદાર્થના કણોના કદ ઉપર નિર્ભર એવી ભૌતિક અવસ્થા છે. જેને રાસાયણિક રીતે વિલયન (દ્રાવણ, Solution)

કહેવાય એમાં જે તે પદાર્થના કણોનુ કદ હોય છે તેના કરતાં કોલોઈડલ સ્થિતિમાં કદ સહેજ મોટું હોય છે, પણ તે એટલું મોટું નથી હોતું કે કણો વિલાયક (દ્રાવક, solvent)માં નીચે બેસી જાય. આવી કોલોઈડલ સ્થિતિમાં પદાર્થને વિશિષ્ટ પ્રકારના ગુણધર્મો પ્રાપ્ત થાય છે અને આ ગુણધર્મો શરીરક્રિયાવિષયક (physiological) અભિક્રિયાઓ(reactions)માં બહુ મહત્ત્વના હોય છે. કોલોઈડલ કણોનો વ્યાસ (diameter) એક મિલિમીટરના દસ લાખમા ભાગથી માંડીને દસ કરોડમા ભાગ જેટલો હોય છે.

જીવદ્રવ્યના રાસાયણિક ગુણધર્મો:—જીવદ્રવ્યમાં વજનને હિસાબે ૭૦ થી ૯૦ ટકા પાણી હોય છે. કેટલાક કિસ્સાઓમાં તો પાણીનું પ્રમાણ આથી પણ વધારે હોય છે.

જીવનદ્રવ્યના ઘટક તરીકે મળતાં સંયોજનોમાં પ્રોટીન (Protein) મુખ્ય છે. શુષ્ક વજન (dry weight)ને હિસાબે જીવદ્રવ્યમાં લગભગ ૫૦ ટકા પ્રોટીન હોય છે. પ્રોટીનો કાર્બન (C), હાઇડ્રોજન (H), ઓક્સીજન અથવા પ્રાણવાયુ (O) અને નાઈટ્રોજન (N) એટલા મૂળતત્ત્વો હંમેશાં ધરાવે છે. વધારામાં ઘણી વાર ગંધક (S) અને ફોસ્ફરસ (P) પણ હોય છે. પ્રોટીનોના અણુઓ (molecules), અનેક પરમાણુ (atoms)ના બનેલા હોવાથી બહુ મોટા હોય છે અને એમનું અણુ વજન (molecular weight) પણ મોટું હોય છે. જેમને આપણે જીવિત વસ્તુઓના ખાસ ગુણધર્મો કહીએ છીએ તેમનો આધાર આ પ્રોટીન દ્રવ્યો ઉપર છે. આ રીતે પ્રોટીનને આપણે જીવનનો ભૌતિક પાયો (Physical basis of life) ગણી શકીએ.

પ્રોટીન પછી જીવદ્રવ્યમાંનાં અગત્યનાં સંયોજનોમાં કર્બોદિતો (Carbohydrates, શર્કરા એટલે કે ખાંડને મળતા પદાર્થો) અને તૈલી પદાર્થો (fats, સ્નિગ્ધ દ્રવ્યો) આવે, શુષ્ક વજનને હિસાબે આ દરેકનો ફાળો લગભગ ૧૨ ટકા જેટલો હોય છે. કાર્બોહાયડ્રેટો કાર્બન, હાઇડ્રોજન અને ઓક્સીજનનાં સંયોજનો છે. તૈલવર્ગનાં દ્રવ્યો પણ આ જ ત્રણ મૂળતત્ત્વોનાં બનેલાં છે પરંતુ તેઓમાં કાર્બોદિતોની સરખામણીમાં ઓક્સીજનનું પ્રમાણ ઓછું હોય છે, અને સામાન્ય રીતે કાર્બનના પરમાણુઓ દરેક અણુમાં બેકી (even) સંખ્યામાં હોય છે.

પ્રોટીન, કાર્બોહાઇડ્રેટ અને ફેટ ઉપરાંત જીવદ્રવ્યમાં પાણી અને ખનિજ દ્રવ્યો મળે છે, તેમ જ બીજા અનેક પ્રકારનાં કાર્બનિક સંયોજનો હોય છે.

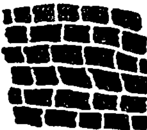
જીવદ્રવ્ય એ કોઈ એક નિશ્ચિત સંયોજનનું નામ નથી પણ વર્ગીય નામ છે એટલે કે જુદા જુદા જીવો (organisms)માંનાં જીવદ્રવ્યો મૂળભૂત રીતે એકસરખા ગુણધર્મો ધરાવનાં હોવા છતાં એકબીજાથી ઘણી રીતે ભિન્ન હોય છે, અને આ ભિન્નતા એ જ જીવસૃષ્ટિમાં દેખાતા વૈવિધ્યનો પાયો છે.

જીવદ્રવ્યના શરીરક્રિયાવિષયક ગુણધર્મો :—શરીરમાં જે પાચન, વર્ધન વગેરે વિઘટનાત્મક અને સર્જનાત્મક (catabolic and anabolic or destructive and constructive) અભિક્રિયાઓ (ચયાપચય, metabolism) ચાલે છે તે જીવદ્રવ્યની જીવનક્રિયાઓ જ છે.

પ્રકરણ ૪

કોષ (Cell)

સામાન્ય રીતે આપણને પરિચિત એવી વનસ્પતિ કે પ્રાણીનું શરીર ઘણા ભાગોનું બનેલું હોય છે. વનસ્પતિ શરીરમાં મૂળ, થડ, ડાળીઓ, પાન, ફૂલ, ફળ એમ ઘણા ભાગો હોય છે જ્યારે પ્રાણી શરીરમાં હાથ, પગ, માથું, આંખો, કાન, વગેરે ભાગો હોય છે. આવા ભાગોને સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રથી તપાસવામાં આવે તો જણાય છે કે એ બધા જ અતિ સૂક્ષ્મ અને મૂળભૂત રીતે સરખી રચનાવાળા એકમોના બનેલા હોય છે. આ એકમ કોષ (કોશિકા, કોશ, cell) નામે ઓળખાય છે. આ એકમની શોધ સર્વપ્રથમ રોબર્ટ હૂક નામના અંગ્રેજે ૧૭મી સદીમાં કરી હતી. લગભગ તે અરસામાં જ તૈયાર થયેલા સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર વડે હૂક વિવિધ પદાર્થો તપાસતો હતો. બૂચ (Cork)ની પાતળી કાતળી તપાસતાં હૂકે જોયું કે તે કાતળી નાનાં નાનાં અનેક ચોકઠાંઓની બનેલી હતી. મધપૂડાના પટકોણી છિદ્રોના નામ ઉપરથી હૂક આ ચોકઠાંઓને "સેલ (Cell)" એવું નામ આપ્યું. સારાં સૂક્ષ્મદર્શકયંત્રને અભાવે તે સમયના અભ્યાસકોનું ધ્યાન આ રીતે એ ચોકઠાંઓની અંદરના દ્રવ્ય (જીવદ્રવ્ય, Protoplasm)ને બદલે દીવાલ (કવચ, wall) તરફ દોરાયું. બીજું કારણ એ પણ ખરું કે બૂચ (cork)માં જીવદ્રવ્ય રહેલું હોતું જ નથી. પાછળથી જીવદ્રવ્યનું મહત્ત્વ સમજાયું પણ વૈજ્ઞાનિક સાહિત્યમાં "સેલ (cell)" શબ્દ રૂઢ થઈ ગયો.



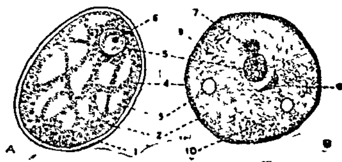
કૉર્ક (બૂચ, cork)નો છેદ (કાટ અથવા સેકશન, section. રોબર્ટ હૂકે આ ખાનાંઓને "કોષો (cells)" એવું નામ આપ્યું.

આકૃતિ ૨

પ્રાણી અથવા વનસ્પતિ શરીરનો એકમ કોષ (અથવા કોશિકા) છે એવા વાદનું પ્રતિપાદન દુત્રોશે (Dutrochet) નામના ફ્રેંચ અને શ્લાઇડન (Schleiden) અને શ્વાન (Schwann) નામના જર્મન વૈજ્ઞાનિકોએ ૧૯મી સદીમાં કર્યું. શુલ્ત્ઝે (Schulze)ની વ્યાખ્યા પ્રમાણે "કેન્દ્રક, (Nucleus) ધરાવતો જીવદ્રવ્યનો એકમ તે કોષ".

કોષરચના, કદ અને આકાર:—સ્થાન અને કાર્ય પ્રમાણે કોષોના આકારમાં વૈવિધ્ય દેખાય છે. કદમાં નાના અને મોટા કોષો વચ્ચે ઘણું અંતર હોઈ શકે. દા. ત., પક્ષીનું ઇંડું (જે એક કોષ છે) તે પક્ષીશરીરના બીજા કોષો કરતાં લાખો ગણુ મોટું છે. જો કે મોટા ભાગના કોષોનું કદ બહુ જ નાનું હોય છે અને તેમને સૂક્ષ્મદર્શકયંત્ર વિના ભાગ્યે જ જોઈ શકાય. વનસ્પતિકોષો મોટે ભાગે $\frac{1}{100}$ થી $\frac{1}{10}$ મિલિમીટર વ્યાસના હોય છે. એ જોતાં એક પર્ણમાં લાખો કોષો હોઈ શકે તો પછી કોઈ પણ મોટા વૃક્ષના અંગમાં રહેલા કોષોની સંખ્યાની તો વાત જ શું?

પ્રાણીકોષો અને વનસ્પતિકોષો વચ્ચેનો એકદમ નજરે પડે એવો તફાવત એ છે કે વનસ્પતિકોષોને કોષકવચ (cell wall, કોશિકા ભિત્તિ) હોય છે જે પ્રાણીકોષોમાં નથી હોતુ. કોષકવચ એ કોષનો અંતર્ગત ભાગ નથી. કવચ જીવદ્રવ્યની અભિક્રિયાઓથી બનેલી જીવદ્રવ્યની બહારની વસ્તુ છે. કવચની



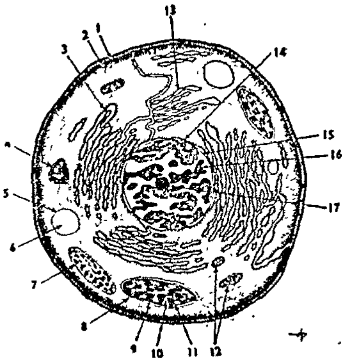
આકૃતિ ૩

કોષ. (A) વનસ્પતિ કોષ, (B) પ્રાણી કોષ,) પ્રાણી કોષ

1 કોષકવચ 2 કોષરસ અથવા કોષદ્રવ્ય 3 રસધાની અથવા રિક્તિકા 4 કોષરસત્વચા 5 કોષકેન્દ્રક 6 કેન્દ્રિકા 7 સેન્ટ્રોસોમ 8 ગૉલ્જી કાય 9 મીટોકોન્ડ્રિયા 10 કોષામાંનાં નિર્જીવ અંતર્વેશ (inclusions)

અંદરનો જીવદ્રવ્ય એકમ (Protoplast) મુખ્યત્વે કરીને કોષદ્રવ્ય (cytoplasm), કેન્દ્ર (nucleus) અને કોષદ્રવ્ય ત્વચા (plasma membrane)નો બનેલો છે.

કોષદ્રવ્ય (cytoplasm, કોશિકાદ્રવ્ય) એ પારદર્શક કહેવાય એવો જાડો રસ છે. પુખ્ત કોષના કોષદ્રવ્યમાં (વનસ્પતિઓમાં સામાન્ય રીતે અને



આકૃતિ ૪

ઇલેક્ટ્રોન સૂક્ષ્મદર્શીથી વનસ્પતિ કોષની રચના કેવી દેખાય છે તેનો ખ્યાલ આપતો આરેખ.

1 કોષકવચ 2 કોષરસત્વચા 3 કોષરસજાલ Endoplasmic Reticulum) 4 લાયસોસોમ (Lysosome) 5 ટોનોપ્લાસ્ટ 6 રસધાની 7 પ્લાસ્ટિડ 8 હરિતકણ (9 હરિતકણત્વચા 10 સ્ટ્રોમા 11 ગ્રાના) 12 મીટોકોન્ડ્રિયા 13 ગોલ્ગી કાય 14 અને 15 કેન્દ્રકત્વચા 16 દેહોમોસોમ 17 કેન્દ્રિકા.

પ્રાણીઓમાં ભાગ્યે જ) કોષદ્રવ્યથી વધારે પાતળા એવા રસની કોથળી જેવી રસધાનીઓ (Vacuoles) હોય છે. આ રસધાની અગર "વેક્યુઓલ"ની આજુબાજુ કોષદ્રવ્યની આંતરત્વચા (ટોનોપ્લાસ્ટ Tonoplast) હોય છે. રસધાનીમાં પાણીમાં ઓગળેલાં લવણો અને ઓગળેલાં અગર વ્યાસત (dispersed) થયેલાં બીજાં રાસાયણિક દ્રવ્યો હોય છે.

કેન્દ્રક (Nucleus) એ કોષનો બહુ જ અગત્યનો ભાગ છે. એ સામાન્ય રીતે ગોળાકાર હોય છે અને એમાં રહેલા ક્રોમેટીન (Chromatin) નામના પદાર્થને લીધે અમુક રાસાયણિક ઉપચાર પછી ઘેરો રંગ ધારણ કરે છે. કેન્દ્રકનો વ્યાસ સામાન્ય રીતે ૧૦ થી ૧૫ માઈક્રોન (μ અથવા Micron =$\frac{1}{૧૦૦૦}$ મિલિમીટર એટલે કે એક મીટરનો દસ લાખમો ભાગ) હોય છે. કેન્દ્રકની આજુબાજુ કેન્દ્રકત્વચા (Nuclear membrane) હોય છે. કેન્દ્રક પાતળા કેન્દ્રકરસ (Nuclear Sap) અને ક્રોમેટીન જાળનો બનેલો છે. જ્યારે કેન્દ્રકનું કોષવૃદ્ધિ અર્થે અથવા જનનકોષ નિર્માણ વખતે વિભાજન થાય છે ત્યારે ક્રોમેટીન જાલનું સ્વરૂપ બદલાય છે, અને એમાંથી દોરા જેવા ક્રોમોસોમો, (chromosome રંગસૂત્ર, છનસૂત્ર, ગુણસૂત્ર) બને છે. જાતિ (species) પ્રમાણે કેન્દ્રકમા ક્રોમોસોમ સંખ્યા નિશ્ચિત હોય છે. આ ઉપરાંત એક કે વધારે કેન્દ્રિકાઓ (કેન્દ્રિકા Nuclelous; બ. વ. Nucleoli) હોય છે.

કોષરસત્વચા (Plasma Membrane) એ કોષરસનો જ ભાગ છે અને જીવદ્રવ્ય એકમ (Protoplast)ની એ બહારની ત્વચારૂપ સપાટી છે. રસધાની (vacuole)ની આજુબાજુ જે ત્વચા હોય છે તે કોષરસનો જ ભાગ છે અને તેને **કોષરસ આંતરત્વચા** (Tonoplast) કહે છે.

કોષરસની અંતર્વસ્તુઓ (Inclusions)માં પોષક પદાર્થો અને ખનિજ પદાર્થોના સ્ફટિકો જેવી નિર્જીવ વસ્તુઓ અને પ્લાસ્ટિડ (Plastid) અને મીટોકોન્ડ્રિયા (Mitochondria) જેવા જીવદ્રવ્યના જ મૂળભૂત અંગોનો સમાવેશ થાય છે.

પ્લાસ્ટિડ અથવા દ્રવ્યકણો વનસ્પતિકોષોનાં મહત્ત્વના અંગો છે. એમના રંગ ઉપરથી એમને જુદાં જુદાં નામ આપવામાં આવેલાં છે. લીલા રંગના પ્લાસ્ટિડ ને **ક્લોરોપ્લાસ્ટ** (હરિતકણ, Chloroplast) લીલા

રંગ સિવાયના રંગોવાળા પ્લાસ્ટિડોને **ક્રોમોપ્લાસ્ટ** (Chromoplast, રંગકણ) અને રંગ વગરના પ્લાસ્ટિડ **લ્યુકોપ્લાસ્ટ** (Leucoplast, શ્વેતકણ) કહેવાય છે. પોષણ અંગેની ક્રિયાઓમાં પ્લાસ્ટિડો મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે. હરિતકણો પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમ માટે આવશ્યક છે.

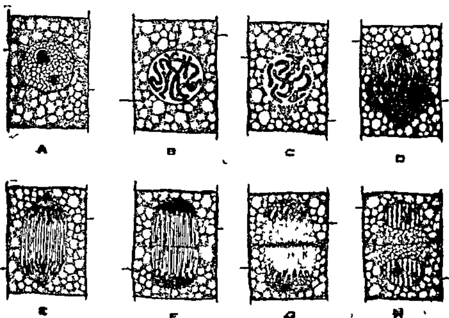
વૃદ્ધિ અર્થે કોષવિભાજન બે રીતે થાય છે:

૧ **સમવિભાજન અથવા સૂત્રવિભાજન** (Mitosis) :—પહેલાં ક્રોમેટીન જાળનું ક્રોમોસોમોમાં રૂપાંતર થાય છે અને જાતિ પ્રમાણે અમુક સંખ્યામાં ક્રોમોસોમો બને છે. આ ક્રોમોસોમોના સળંગ લંબાઈએ (lengthwise) બે ભાગ થાય છે અને કેન્દ્રકમાં ક્રોમોસોમોનાં બે જૂથો ધ્રુવો (Poles) ઉપર બંધાય છે. આમ થવાનું કારણ એ છે કે દરેક ક્રોમોસોમમાંથી બનેલા બે અર્ધો એક ધ્રુવ પર જતા નથી પણ જુદે જુદે ધ્રુવે પહોંચે છે. એ પછી બે જૂથો વચ્ચે કોષકવચ તૈયાર થાય છે અને આ રીતે બે નવા કોષો બને છે જેઓમાં ક્રોમોસોમસંખ્યા મૂળ કોષ જેટલી જ હોય છે, અને એમ દરેક કોષમાં જાતિ માટેની લાક્ષણિક ક્રોમોસોમસંખ્યા સચવાઈ રહે છે.

૨ **સરળ વિભાજન અથવા અસૂત્રવિભાજન** (Amitosis): - આ રીતમાં કોષકેન્દ્રકના ભાગ પડતી વખતે ક્રોમેટીન જાલમાંથી ક્રોમોસોમ બનતા નથી પણ કેન્દ્રકમા **આકુંચન** (constriction) થઈ કેન્દ્રકના બે ભાગ પડી જાય છે, અને પછી એ બંને ભાગો વચ્ચે કોષકવચ રચાઈ બે નવા કોષો તૈયાર થાય છે.

આ બે રીતે કોષસંખ્યા વધી વૃદ્ધિ થાય છે.

જનનકોષ (Gamete, sexual cell) ખાસ પ્રકારની કોષવિભાજન ક્રિયાથી તૈયાર થાય છે. આ ક્રિયાને અર્ધીકરણ કે **ન્યૂનીકરણ** (Meiosis) કહે છે. લિંગી અથવા જાતીય (sexual) પદ્ધતિનું જનન જે સજીવોમાં થાય છે તેમાં સામાન્ય રીતે માતા અને પિતાનો એક એક જનનકોષ એક-બીજા સાથે સંયોગ પામવાથી ફલિતકોષ (zygote) તૈયાર થાય છે જેની વૃદ્ધિ થઈને નવી પેઢી નીપજે છે. જૂની પેઢી અને નવી પેઢીના સજીવોના કોષોમાં ક્રોમોસોમની સંખ્યા એક જ (સરખી) હોય છે. આ કેવી રીતે બને છે? જો માતા અને પિતા એ બંનેમાંથી એક એક કોષ ફલિતકોષના બંધારણમાં



આકૃતિ ૫

સૂત્રવિભાજન (mitosis)

A વિભાજન ક્રિયા નહિ ચાલતી હોય તે સમયનો કેન્દ્રકનો દેખાવ.

B ક્રોમેટીન ગાટું બને છે અને એમાંથી છૂટા છૂટા ક્રોમોસોમો બને છે:

C કેન્દ્રકીય ત્વચા દેખાતી બંધ થાય છે અને તર્કુ-તંતુઓ દેખાવા માંડે છે.

D તારક અવસ્થા Aster stage કોષની મધ્ય રેખા (Equator) અનુસાર ક્રોમોસોમો ગોઠવાય છે અને તેમનું અનુલંબ (longitudinal) વિભાજન થાય છે.

E કોષના દરેક ધ્રુવ (Pole) તરફ દરેક ક્રોમોસોનું એક અર્ધ ખેંચાય છે અને એ રીતે દરેક ધ્રુવ આગળ મૂળ ક્રોમોસોમમાંના દરેકનો અર્ધ આવે છે; આ દરેક અર્ધ મૂળ ક્રોમોસોમ જેવો જ બને છે અને એ રીતે દરેક ધ્રુવ આગળ મૂળ હતા તેટલા જ અને તેવો જ ક્રોમોસોમોનો સમુહ એકઠો થાય છે.

F દ્વિતારક (Diaster) અવસ્થા.

G ક્રોમોસોમોમાંથી કેન્દ્રકીય જાલ તૈયાર થાય છે.

H કોષપટ્ટિકા (cell plate) બનીને મુળ કોષમાંથી બે કોષો બને છે.

આવતો હોય તો ફલિત કોષમાં ક્રોમોસોમ સંખ્યા માતા કે પિતાના શરીરના કોષોની ક્રોમોસોમ સંખ્યાથી બમણી નહીં બને? આમ થતું નથી તેનું કારણ એ છે કે જનનકોષ સામાન્ય કોષમાંથી અર્ધીકરણ (meiosis)ની ક્રિયાથી બને છે. આ પ્રક્રમ દરમિયાન માતા કે પિતાના સામાન્ય કોષમાંના ક્રોમોસોમો (જે હંમેશાં બેકી સંખ્યામાં હોય છે) એ-એનાં જોડકાં (pairs)માં ગોઠવાઈ જાય છે અને કેન્દ્ર વિભાજન એ રીતે થાય છે કે દરેક જોડકામાંથી એક એક ક્રોમોસોમ જુદા જુદા ધ્રુવ (pole) તરફ જાય છે. આમ બે ધ્રુવો આગળ ક્રોમોસોમોના બે જૂથો બંધાય છે અને દરેક જૂથમાં મૂળ કોષમાંની ક્રોમોસોમ સંખ્યાથી અર્ધી સંખ્યાના ક્રોમોસોમ હોય છે. બે જૂથો વચ્ચે કોષદીવાલ બનવાથી મૂળ કોષનું બે નવા કોષોમાં વિભાજન થાય છે. આ કોષોનું ફરી સૂત્રવિભાજન જેવી રીતે વિભાજન થઈ જનનકોષો (gametes) તૈયાર થાય છે. આમ દરેક જનનકોષમાંની ક્રોમોસોમની સંખ્યા મૂળ કોષની એવી સંખ્યાથી અર્ધી હોય છે. આવા બે જનનકોષોના સંયોગથી ફલિતકોષ (zygote) બને છે. ફલિતકોષમાં સમવિભાજનથી કોષસંખ્યા વધી વૃદ્ધિ થાય છે અને વૃદ્ધિ અને વિકાસના પ્રક્રમોને કારણે નવી પેઢી અસ્તિત્વમાં આવે છે. નવી પેઢીમાંના કોષોમાં ક્રોમોસોમ સંખ્યા માતા કે પિતાના કોષોમાંની ક્રોમોસોમ સંખ્યા જેટલી જ કેમ રહે છે તે હવે સમજાયું હશે. આ રીતે પેઢી દર પેઢી દરેક જાતિ (species)નાં શરીરમાંના કોષકેન્દ્રકોમાં ક્રોમોસોમની સંખ્યા નિશ્ચિત રીતે જળવાઈ રહે છે.

પ્રકરણ ૫

વનસ્પતિ અને પ્રાણી

વનસ્પતિ અને પ્રાણી એ બંને જીવિત છે એટલે આગલાં પ્રકરણોમાં જીવિતોના જે ગુણધર્મો ગણાવ્યા તે બંને પ્રકારના જીવોમાં મળશે. ઉદ્વિકાસ (ઉત્ક્રાન્તિ, Evolution) થઈને મૂળભૂત જીવિતદ્રવ્ય (જીવદ્રવ્ય, Protoplasm)માંથી વનસ્પતિ અને પ્રાણી એવા ભેદ એટલા ધીમે ધીમે વિકસ્યા છે કે એ બંને સમૂહો વચ્ચે નિરપેક્ષ (નિર્વિકલ્પ, absolute) ભેદો બતાવવાનું અઘરું છે. આ વાત જેમ ઉદ્વિકાસ ક્રમનાં નીચલાં પગથિયાંઓ તરફ જઈએ છીએ તેમ વધારે સમજાય છે, પરંતુ ઉદ્વિકાસની ઊંચી કક્ષાએ પહોંચેલાં (એટલે કે ઉચ્ચ શ્રેણીનાં અથવા ઉચ્ચતર) પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓ વચ્ચેના ભેદો સ્પષ્ટ છે. આ બે સમૂહો વચ્ચેના સ્પષ્ટ દેખાતા ભેદો તપાસીએ.

સ્થાનાંતરગમન (Locomotion). મોટા ભાગનાં પ્રાણીઓ એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે પોતાની જાતે જઈ શકે છે. લીલા રંગની (હરિતવર્ણી) વનસ્પતિઓની જેમ પ્રાણીઓ પોતાને જોઈતો ખોરાક કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને પાણી તેમજ ખનિજ લવણો જેવા સાદા પદાર્થોમાંથી તૈયાર કરી શકતા નથી એટલે ખોરાકની શોધમાં તેમને (પ્રાણીઓને) એક સ્થળેથી બીજે સ્થળે જવું પડે છે.

વનસ્પતિસૃષ્ટિમાં સ્થાનાંતરગમન કરવાની શક્તિ અતિસૂક્ષ્મ એવી હીન કોટિની (નિમ્નકોટિની અથવા Lower) વનસ્પતિઓ સિવાય દેખાતી નથી. કેટલાંક બેક્ટીરિયા, વોલ્વોક્સ (Volvox) જેવી હીનકોટિ હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ (જેઓ આલ્ગાઓ, Algae છે), અને તેમના કેટલાક પ્રકારના સ્પોરો (દા. ત. ઝુસ્પોર, Zoospores) આવી શક્તિ ધરાવે છે. પોષણ માટે જોઈતી સામગ્રી—હવા, લવણો, પાણી અને પ્રકાશ—વનસ્પતિઓને તેઓ જ્યાં ઊગે છે ત્યાં મોટે ભાગે મળી રહે છે.

શાખાવિન્યાસ (Branching). પ્રાણીઓને સ્થાનાંતરગમન માટે અનુકૂળ થઈ પડે એવું અમુક ચોક્કસ કદનું સુગઠિત શરીર હોય છે જ્યારે વનસ્પતિઓને (ખાસ કરીને ઉચ્ચતર જાતિઓમાં) પોતાનો લાક્ષણિક શાખાવિન્યાસ હોય છે. અનેક શાખા ઉપશાખાઓને લીધે હવા, પાણી અને જમીનના સંસર્ગમાં આવતી વનસ્પતિઅંગની સપાટી (surface)નો વિસ્તાર વધે છે જે એમના પોષણ માટે ફાયદાકારક છે.

પ્રાણીઓમાં પરવાળાં (corals) જેવી નીચી કક્ષાની જાતિઓમાં શાખાવિન્યાસ હોય છે.

કોષરચના (Nature of cells). વનસ્પતિ અને પ્રાણીશરીર એ બંનેની રચનામાં એકમ તરીકે કોષ (cell) છે પરંતુ બંને પ્રકારના કોષો વચ્ચે થોડો તફાવત છે. સામાન્ય રીતે વનસ્પતિકોષ કવચ (કોષકવચ, cell-wall)થી રક્ષાયલો હોય છે. આ કવચ કોષને દઢતા (rigidity) બક્ષે છે. પ્રાણીકોષોમાં ભાગ્યે જ આવું કોષકવચ હોય છે. વનસ્પતિ કોષકવચ સેલ્યુલોઝ નામના પદાર્થનું બનેલું હોય છે જ્યારે પ્રાણીકોષકવચ હોય છે ત્યારે તે ચીટીન જેવા પદાર્થોનું બનેલું હોય છે. કોષકવચ નહિ હોવાને કારણે પ્રાણીશરીરનું હલનચલન વધારે સરળ રીતે થઈ શકે છે.

આ ઉપરાંત વનસ્પતિકોષોમાં પ્લાસ્ટિડ (દ્રવ્યકણો plastids) હોય છે જે પ્રાણીકોષમાં હોતાં નથી. વળી વનસ્પતિકોષોમાં સંગ્રહિત પોષક દ્રવ્ય તરીકે સ્ટાર્ચ મળે છે તો પ્રાણીકોષમાં એનું સ્થાન ગ્લાયકોજન નામના કર્બોદિતે લીધેલું હોય છે.

પોષણ (Nutrition). વનસ્પતિઓનો લીલો રંગ વનસ્પતિ-કોષોમાંના લીલા દ્રવ્યકણો (હરિતકણો, Chloroplasts)માં રહેલા પર્ણહરિત અથવા હરિતદ્રવ્ય (chlorophyll, ક્લોરોફીલ) નામના પદાર્થને કારણે હોય છે. આ હરિતદ્રવ્યની મદદથી હરિતવર્ણ વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશશક્તિ અને કાર્બનડાયોક્સાઈડ (CO_2) અને પાણી (H_2O) જેવા સાદાં રાસાયણિક દ્રવ્યોમાંથી શર્કરા જેવા સંકીર્ણ (જટિલ, અટપટી રચનાવાળા, complex) પદાર્થોનું સંશ્લેષણ (synthesis) થઈ શકે છે. આમ હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓ પોતાનો ખોરાક પોતે જ બનાવી શકે છે (એટલે કે તેઓ **સ્વપોષિત** અથવા **autotrophic** હોય છે). પ્રાણીઓ આ રીતે

પોતે પોતાનો ખોરાક બનાવી શકતાં નથી પરંતુ ખોરાક માટે તેઓ હરિત-વનસ્પતિઓ ઉપર અવલંબે છે (એટલે કે તેઓ **પરપોષિત** અથવા **heterotrophic** છે). માંસાહારી પ્રાણીઓ પણ આખરે તો વનસ્પતિ ઉપર નભતાં પ્રાણીઓ ઉપર જ ખોરાક માટે આધાર રાખે છે.

વૃદ્ધિ (Growth). પ્રાણીઓમાં વનસ્પતિઓની જેમ અપરિમિત વૃદ્ધિ નથી. અમુક નિશ્ચિત કદે પહોંચતાં પ્રાણીઓમાં વૃદ્ધિ અટકી જાય છે ત્યારે વનસ્પતિઓમાં અનુકૂળ સંજોગો હોય તો સામાન્ય રીતે વૃદ્ધિ ચાલુ રહે છે (આ વાત ખાસ કરીને બહુવર્ષાયુ વનસ્પતિઓને લાગુ પડે છે). પ્રાણીઓમાં યૌવનકાળમાં જ વૃદ્ધિ વધારે પ્રમાણમાં થતી હોય છે એ જોતાં વનસ્પતિઓ ચિરયૌવન ભોગવે છે એમ કહી શકાય.

પ્રાણીઓનું શરીર વૃદ્ધિકાળ દરમિયાન આખું વધે છે (શરીરના બધા જ ભાગોમાં વૃદ્ધિ થાય છે) જ્યારે શરૂઆતનો કાળ બાદ કરતાં વનસ્પતિઓમાં વૃદ્ધિસ્થાન પ્રકાન્ડ (stem) અને શાખાઓના અગ્રભાગો (apex એ. વ. apices બ. વ.)માં મર્યાદિત હોય છે. વળી ઉચ્ચતર પ્રાણીજાતિઓમાં શરીરના મુખ્ય અવયવો નાશ પામે કે કપાઈ જાય તો નવા ઊગતા નથી જ્યારે વનસ્પતિઓમાં આવા ભાગોનું પુનઃસર્જન (પુનરુદ્‌ભવન regeneration) થઈ શકે છે.

પ્રાણીઓ અને વૃક્ષોની આયુમર્યાદા સાથે આ હકીકતોને ગાઢ સંબંધ છે. પ્રાણીઓ વનસ્પતિઓની સરખામણીમાં અલ્પજીવી હોય છે જ્યારે વનસ્પતિઓમાં સંજોગો અનુકૂળ હોય તો આયુમર્યાદા જેવું કંઈ હોતું નથી. એટલે કે એમની વૃદ્ધિ અપરિમિત રીતે ચાલી જીવન ટકી રહે છે. કેલિફોર્નિયામાં ઊગતાં સીકોઈઆ નામનાં વૃક્ષોમાં ૪,૦૦૦ વર્ષનાં વૃક્ષો નોંધાયાં છે. વૃક્ષોની ઉમરનો ખ્યાલ થડ (trunk)ના આડા છેદ (cross section)માં દેખાતા વૃદ્ધિવલયો (Growth rings) ગણવાથી આવી શકે છે.

અમર્યાદિત વૃદ્ધિને કારણે વનસ્પતિઓની ઊંચાઈ પ્રાણીઓને મુકાબલે ઘણી વધે છે.

આકાર (Form) પ્રાણીશરીરનો આકાર વનસ્પતિશરીરની સરખામણીમાં વધારે નિશ્ચિત છે. શરીરનાં મુખ્ય અંગોની રચના અને સંખ્યા પણ પ્રાણીઓમાં નિશ્ચિત હોય છે; વનસ્પતિની બાબતમાં આવું નથી.

ઉચ્ચતર વનસ્પતિ અને પ્રાણીજાતિઓ વચ્ચેના તફાવતો ટૂંકામાં નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :

ઉચ્ચતર વનસ્પતિઓ	ઉચ્ચતર પ્રાણીઓ
૧ મૂળ વડે જમીનમાં ચોંટેલી હોય છે.	૧ સ્થળાંતર કરી શકે છે.
૨ મોટા ભાગની જાતિઓમાં હરિતદ્રવ્ય હોય છે જેને લીધે એ વનસ્પતિઓ ખોરાકની બાબતમાં સ્વપોષિત હોય છે.	૨ હરિતવર્ણ વનસ્પતિઓ ઉપર ખોરાક માટે અવલંબે છે એટલે કે તેઓ **પરપોષિત** હોય છે.
૩ કોષકવચ હોય છે.	૩ કોષકવચ હોતું નથી.
૪ દ્રવ્યકણો (પ્લાસ્ટિડ) હોય છે.	૪ આવા કણો હોતા નથી.
૫ કોષોમાં સેન્ટ્રોસોમ મળ્યા નથી.	૫ સેન્ટ્રોસોમ હોય છે.
૬ શ્રમવિભાજન (Division of labour) પ્રાણીશરીરને મુકાબલે વનસ્પતિઅંગમાં ઓછા પ્રમાણમાં છે.	૬ પ્રાણીશરીરમાં શ્રમવિભાજન સારા પ્રમાણમાં વિકસેલું છે.
૭ કદમાં વધારો કરતી વૃદ્ધિ અચોક્કસપણે ચાલ્યા કરે છે.	૭ જીવનકાળ દરમિયાન કદમાં અનિશ્ચિત પ્રમાણમાં વધારો થયા કરતો નથી.
૮ વૃદ્ધિપ્રતિમાન (Growth Pattern) પ્રાણીઓમાં છે તેટલું નિશ્ચિત સ્વરૂપનું નથી.	૮ વૃદ્ધિપ્રતિમાન નિશ્ચિત સ્વરૂપનું હોય છે.

પ્રકરણ ૬

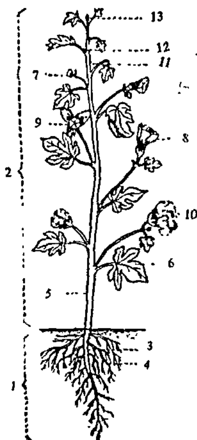
સપુષ્પ વનસ્પતિ

જીવસૃષ્ટિમાં ભારે વૈવિધ્ય છે. રચના, અંગવિકાસ વગેરે ધ્યાનમાં લેતાં વનસ્પતિમાં લાખ્ખો જાતો ઓળખવામાં આવી છે. આવી અનેક જાતો હોવા છતાં એમ જોવામાં આવ્યું છે કે અંગરચનાની દૃષ્ટિએ આ બધી જાતો બહુ થોડા વર્ગોમાં વહેંચી શકાય છે. આમ હોવાથી આ વનસ્પતિઓનો અભ્યાસ કરવાનું કામ સરળ બન્યું છે. પ્રથમ કક્ષાના વર્ગો વનસ્પતિમાં ફૂલ થાય છે કે નહિ એ મુદ્દા ઉપર રચાયલા છે. વળી વનસ્પતિનો જેણે શાસ્ત્રીય અભ્યાસ કર્યો નથી એવો માણસ સામાન્ય રીતે કદમાં મોટી અને સપુષ્પ એવી વનસ્પતિઓથી જ પરિચિત હોય છે. આ જોતાં વનસ્પતિનું વર્ગીકરણ કયી રીતે કરવામાં આવ્યું છે તેની વિગતવાર ચર્ચામાં ઊતરીએ તે પહેલાં સપુષ્પ વર્ગની લાક્ષણિક એવી એક બે જાતિને તપાસીએ. એ પછી વર્ગીકરણ સમજવું વધારે સરળ થઈ પડશે. કપાસ, આંબો, મકાઈ વગેરે સપુષ્પ વર્ગમાં આવે છે.

આવી વનસ્પતિના છોડને જમીનમાંથી ઉખેડી તપાસીએ તો જણાશે કે એના અંગના બે સ્પષ્ટ ભાગ પડે છે: (૧) જમીનની અંદરનો ભાગ. આ મૂળ (Root) અથવા મૂલ છે. (૨) જમીનની બહારનો ભાગ—જેમાં મુખ્ય દાંડી (પ્રકાંડ) અને તેની શાખાઓ, પાન, (અને મોટા છોડમાં ફળ અને ફૂલ)નો સમાવેશ થાય છે. આ આખા ભાગને પ્રરોહ (Shoot) કહેવામાં આવે છે. આમ મૂલ અને પ્રરોહ (Root and Shoot)એ છોડના બે મુખ્ય ભાગો થયા.

મૂળને તપાસશો તો માલુમ પડશે કે એની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ મૂળ જેવી જ છે. મૂળથી છોડ જમીનમાં ચોંટી રહે છે, અને મૂળ મારફત જ છોડને જમીનમાંથી પાણી અને ધાતુંભરા ખનિજ પોષકદ્રવ્યો મળે છે.

પ્રરોહ (Shoot)ને તપાસતા જણાશે કે મુખ્ય દાંડી (Main Stem, Main Axis, અક્ષ) અને તેના જેવી તેની શાખાઓ ઉપરાંત તેમનાથી જુદાં પડતાં પાન, ફૂલ, ફળ વગેરે ભાગો પ્રરોહમાં હોય છે. ઉપરાંત પ્રરોહ જમીનથી ઊગે અને પ્રકાશ તરફ ફેલાતું દેખાય છે. પાન પ્રકાંડ (Stem)



કપાસનો છોડ

૧ મૂલતંત્ર
૨ પ્રરોહતંત્ર
૩ પ્રાથમિક મૂલ
૪ દ્વિતીયિક મૂલ
૫ પ્રકાંડ
૬ પર્ણ
૭ પુષ્પકલિકા (મુકુલ)
૮ પુષ્પ
૯ ફલ
૧૦ પક્વ ફલ
૧૧ કક્ષ
૧૨ કક્ષીય મુકુલ
૧૩ અંતિમ (અંતસ્થ) મુકુલ.

આકૃતિ ૬

ઉપર લાગેલાં હોય છે અને પાન અને પ્રકાંડ વચ્ચેના ખૂણાને કક્ષ અથવા પત્રકોણ (Axil) કહેવામાં આવે છે. કક્ષમાં સામાન્ય રીતે કક્ષકલિકા (Axillary bud) હોય છે.

પાન સામાન્ય રીતે લીલા રંગનાં હોય છે અને તેમનું મુખ્ય કાર્ય પ્રકાશ (સામાન્ય રીતે સૂર્યપ્રકાશ) શક્તિનું રાસાયણિક શક્તિમાં રૂપાંતર કરવાનું હોય છે.

ફૂલમાંથી ફળ થાય છે અને ફળમાં બીજ થાય છે. આ બીજમાંથી જે તે જાતનો નવો છોડ ઊગે છે. આ રીતે સપુષ્પ વનસ્પતિનું જીવનચક્ર પૂર્ણ કરે છે.



આકૃતિ ૭

મકાઈનો છોડ

નીચલા પર્ણોની કક્ષામા દોડા (Ears) દેખાય છે પુષ્પમંજરી (Male Inflorescence) અંતસ્ય છે,

વનસ્પતિ સૃ

વનસ્પતિ સૃષ્ટિમાં ભારે વિવિધ
વે જ જોઈ શકાય એવા જીવાણુ (
૧૦૦–૧૫૦ મીટર ઊંચાં વૃક્ષો આ સૃષ્ટિ
બીજ, ફળ વગેરે અંગોનો વિકાસ વગેરે
ઘણી રીતે જુદી પડે છે. જુદી જુદી
વનસ્પતિની જાતો (Species) નોંધાઈ
એમનો અભ્યાસ કરવાનું સુગમ બને છે.

જીવનચક્રમાં વનસ્પતિને ફૂલ આવે છે
એના સપુષ્પ (Phanerogams) એ
(Cryptogams) એટલે કે ફૂલ વગરની
આવ્યા છે. ફૂલમાંથી હંમેશાં બી થતાં હોવાથી
અથવા **બીજધારી** (Spermatophyte
રીતે અપુષ્પ વનસ્પતિઓને **અબીજ** કહી
અપુષ્પ વનસ્પતિઓને સપુષ્પ વનસ્પતિઓ
આવે છે. (એટલે કે અપુષ્પ વનસ્પતિઓ સ
મનાય છે).



અપુષ્પ વર્ગની વનસ્પતિઓને એમની અંગ
પ્રમાણે ત્રણ વિભાગોમાં વહેંચી નાખવામાં આવી

(૧) **નિરવયવી** (Thallophyta)
(Bacteria) આ વર્ગમાં આવે છે. એક અથ
વનસ્પતિશરીર હોય છે, અને શરીરના મૂળ, પ્રકાંડ
વિકસ્યાં નથી. આ કારણે એ વર્ગને નિરવયવી (
નામ આપવામાં આવ્યું છે (આકૃતિ ૮, ૯).

વનસ્પતિ સૃષ્ટિના મુખ્ય વર્ગો

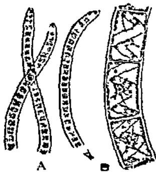
વનસ્પતિ સૃષ્ટિમાં ભારે વિવિધતા જોવામાં આવે છે. સૂક્ષ્મદર્શક યંત્ર વડે જ જોઈ શકાય એવા જીવાણુ (બેક્ટીરિયા Bacteria)થી માંડીને ૧૦૦-૧૫૦ મીટર ઊંચાં વૃક્ષો આ સૃષ્ટિમાં છે. તે ઉપરાંત અંગરચના, ફૂલ, બીજ, ફળ વગેરે અંગોનો વિકાસ વગેરે બાબતોમાં વનસ્પતિઓ એકબીજાથી ઘણી રીતે જુદી પડે છે. જુદી જુદી જાતની લગભગ ૩ લાખ ઉપરાંત વનસ્પતિની જાતો (Species) નોંધાઈ છે. આ જાતોનું વર્ગીકરણ કરવાથી એમનો અભ્યાસ કરવાનું સુગમ બને છે.

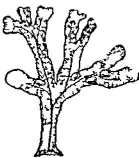
જીવનચક્રમાં વનસ્પતિને ફૂલ આવે છે કે નહિ એ મુદ્દા ઉપર વનસ્પતિઓના **સપુષ્પ** (Phanerogams) એટલે કે ફૂલવાળી અને **અપુષ્પ** (Cryptogams) એટલે કે ફૂલ વગરની એવા મુખ્ય બે વર્ગો પાડવામાં આવ્યા છે. ફૂલમાંથી હંમેશાં બી થતાં હોવાથી સપુષ્પ વનસ્પતિઓને **સબીજ** અથવા **બીજધારી** (Spermatophytes) પણ કહેવામાં આવે છે. એ રીતે અપુષ્પ વનસ્પતિઓને **અબીજ** કહી શકાય. ઉત્ક્રાન્તિવાદ પ્રમાણે અપુષ્પ વનસ્પતિઓને સપુષ્પ વનસ્પતિઓથી નીચી કક્ષાની ગણવામાં આવે છે. (એટલે કે અપુષ્પ વનસ્પતિઓ સપુષ્પ પહેલાં ઉત્પન્ન થઈ એમ મનાય છે).

અપુષ્પ વર્ગની વનસ્પતિઓને એમની અંગરચનાની સરળતાની કક્ષા પ્રમાણે ત્રણ વિભાગોમાં વહેંચી નાખવામાં આવી છે :

(૧) **નિરવયવી** (Thallophyta) શેવાળ, ફૂગ, જીવાણુ (Bacteria) આ વર્ગમાં આવે છે. એક અથવા અનેક કોષોનું બનેલું વનસ્પતિશરીર હોય છે, અને શરીરના મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણ એવા અંગો વિકસ્યાં નથી. આ કારણે એ વર્ગને નિરવયવી (નિર્ + અવયવ ઉપરથી) નામ આપવામાં આવ્યું છે (આકૃતિ ૮, ૯).

પ્રકાશશક્તિની મદદથી પોષક પદાર્થો તૈયાર કરવાનું જેનાથી શક્ય બને છે એ હરિત દ્રવ્ય, પર્ણહરિત, નીલરસ અથવા Chlorophyllવાળા નિરવયવીઓ શેવાલવર્ગ (Algae)માં મુકાય છે. જ્યારે હરિત દ્રવ્ય વગરના નિરવયવીઓનો ફૂગ (Fungus) વર્ગમાં મુકવામાં આવ્યા છે. ચોમાસામાં





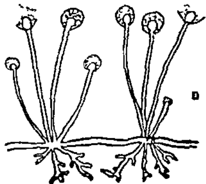
A નીલ-હરિત શેવાલ (Alga)

B સ્પાઇરોગાયના

C ફ્યુકસ

આકૃતિ ૮





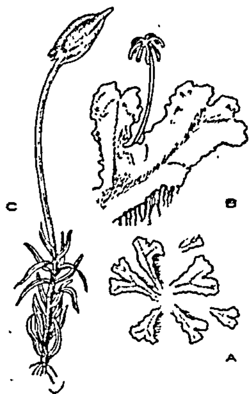
આકૃતિ ૯

A બિલાડીનો ટોપ (Mushroom) B ફૂગ (Mucor) સૂક્ષ્મદર્શી વડે કેવી દેખાય છે તે.

ચામડાની વસ્તુઓ ઉપર ચડતી ફૂગ, બિલાડીના ટોપ, જેનામાથી પેનિસિલીન બને છે તે પેનિસિલિયમ નામની ફૂગ વગેરે આ વર્ગની વનસ્પતિઓ છે

(૨) દ્વિઅંગી (અમૂની અથવા Bryophyte) અપુષ્પ વર્ગની જે વનસ્પતિઓમા શરીરના પ્રકાડ અને પર્ણ એવા બે ભાગ દેખાય છે, પણ મૂળ હોતા નથી તેમને આ વર્ગમા મૂકવામા આવે છે જૂની ભીત ઉપર ચોમાસામા થતી લીલ આ વર્ગમા આવે

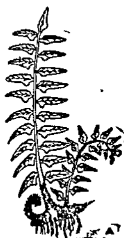
ઉપલા બે વર્ગોમા વાહિનીતંત્ર (Conducting system) વિકસેલુ નથી



આકૃતિ ૧૦

(૩) **ત્રિઅંગી** (Pteridophytes) અથવા હંસરાજ વર્ગ. અપુષ્પ વર્ગની જે વનસ્પતિઓમાં મૂળ, પ્રકાંડ અને પર્ણ સ્પષ્ટ દેખાય છે (વિકાસ પામ્યાં છે) તેમને આ વર્ગમાં મુકાય છે. હંસરાજ આ વર્ગનો સારો પ્રતિનિધિ છે. આ વર્ગમાં સપુષ્પ વર્ગની વનસ્પતિઓની જેમ વાહિનીતંત્ર સારી રીતે વિકસેલું હોય છે. (જુઓ મુખ ચિત્ર).

સપુષ્પ વનસ્પતિઓમાં બીજ (Seed) તો થાય છે જ પણ કેટલીકમાં આ બીજ જેને આપણે સામાન્ય રીતે ફળ (Fruit) કહીએ છીએ તેમાં ઢંકાયલાં હોય છે. જ્યારે કેટલીકમાં આ બીજ ખુલ્લાં હોય છે (એટલે કે ફળ થતાં નથી) આ. મુદ્દા ઉપર સપુષ્પોના બે મુખ્ય વિભાગો:—(૧) અનાવૃત બીજ (નગ્નબીજ અથવા Gymnosperms) દા. ત. સાયકસ, દેવદારુ વગેરે (જુઓ આકૃતિ ૧૨) અને (૨) **આવૃત બીજ** (સંવૃત બીજ, Angiosperms) દા. ત. આંબો, લીંબડો, પીપળો, કેળ, ઘઉં, જુવાર વગેરે.





A ફર્ન અથવા હંસરાજ

B ઇકવીસેટ્મ

આકૃતિ ૧૧

આવૃતબીજવર્ગમાં આપણે ખોરાક માટે વાપરીએ છીએ એમાંની લગભગ બધી વનસ્પતિઓ આવે છે. બીજમાં બે દળ (દાળ, cotyledon) હોય છે કે એક એ મુદ્દા ઉપર આવૃત બીજના બે વિભાગ પાડવામાં આવ્યા છે:

દ્વિદળ (Dicotyledons)

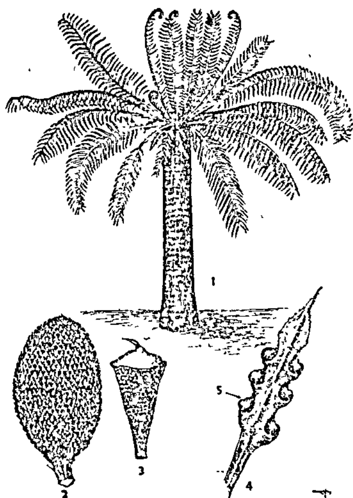
કઠોળ વર્ગ (મગ, ચણા, તુવર, વાલ, વટાણા, વગેરે), તલ, આંબો લીંબડો વગેરે.

આ વર્ગની વનસ્પતિઓમાં ફૂલના ભાગોની સંખ્યા ૪ કે ૫ (અથવા તેમના ગુણક) હોય છે. પ્રકાડમાં આવૃત્ત વૃદ્ધિ (પશ્ચાત્ અથવા ઉત્તર વૃદ્ધિ, દ્વિતીયક વૃદ્ધિ, Secondary growth) થાય છે અને પ્રકાંડ લક્કડીઓ (લાકડા જેવો કઠણુ) બને છે. પર્ણમાં શિરાઓ (Veins) જાળીદાર રચનામા પરિણમે છે અને પર્ણતલ (પર્ણાધાર, Leaf base) નાનું હોય છે.

એકદળ (Monocotyledons)

ઘઉં, જુવાર, ઘાસ, બાજરી, નાળિયેરી, કેળ, વગેરે.

એકદળ વનસ્પતિઓના સામાન્ય રીતે ફૂલોના ભાગોની સંખ્યા ૩ (કે તેનો ગુણક) હોય છે. આવૃત્તવૃદ્ધિ થતી નથી અને મૂળ તંતુ જેવા (રેશેદાર, Fibrous) હોય છે. પર્ણની શિરાઓ સમાંતર હોય છે અને પર્ણતલ બહુ મોટું હોય છે.



આકૃતિ ૧૨

સાયકસ (Cycas)

૧ સાયકસ વૃક્ષ, ૨ કોન (Cone), ૩ કોનમાંનું એક માઈક્રોસ્પોરોફીલ (લઘુબીજાણુપર્ણ), ૪ મેગાસ્પોરોફીલ (ગુરુબીજાણુપર્ણ), ૫ બીજાંડ (બીજક, Ovule).

પ્રકરણ ૯

મૂળ

આગળ આપણે જોયું કે હંસરાજવર્ગ સિવાય બીજી અપુષ્પ વનસ્પતિઓમાં મૂળ હોતું નથી; બધી સપુષ્પ વનસ્પતિઓમા મૂળ હોય છે.

બીજાંકુરણ પછી બીજમાંથી બે ફણગા ફૂટતા દેખાય છે. જે જમીનમા જાય છે અને સ્વભાવથી જ જે પાણી તરફ અને પ્રકાશથી દૂર જતો હોય છે તે ફણગો આદિ મૂળ (Radicle) કહેવાય છે જ્યારે જે ફણગાને નાનાં નાનાં પાન હોય છે અને કૂંપળ અથવા કલિકા હોય છે અને જેમાંથી આગળ જતા મૂળ સિવાયનુ બાકીનુ વનસ્પત્યાગ તૈયાર થાય છે તેને **આદિ પ્રરોહ** (Plumule, પ્રાકુર) કહેવામાં આવે છે.

સામાન્ય રીતે મૂળ એ વનસ્પતિનુ ભૂગર્ભસ્થ અંગ છે. આદિ મૂળમાથી જે મૂળ (અને મૂળ શાખાઓ) વિકસે છે તે પ્રથમ મૂળ (Primary root). મૂળની શાખાઓ અને ઉપશાખાઓ મૂળ જેવી જ હોય છે અને સામાન્ય રીતે મૂળ ભૂગર્ભસ્થ હોઈ એમાં રંગ હોતો નથી (એટલે કે રંજકદ્રવ્યકણો Chromoplastids હોતા નથી).

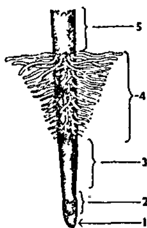
પ્રથમ મૂળ જો પોષક પદાર્થોના સંગ્રહને કારણે પોતાની શાખાઓ કરતા વધારે જાડું થયું હોય તો એને **ધૂર્યમૂળ** (ધોરીમૂળ અથવા Tap root) કહેવામા આવે છે, અને મૂળ શાખાવિન્યાસને **ધૂર્યમૂળ વિન્યાસ** (Taproot system) કહેવાય છે.

મૂળનુ કાર્ય :—મૂળ અને મૂળશાખાઓથી છોડ જમીનમા દૃઢ રીતે ચોંટી રહી વાવાઝોડા સામે રક્ષણ મેળવે છે. મૂળ વાટે વનસ્પતિમા જમીનમાંથી પાણી અને ખનિજ દ્રવ્યો ચુસાય છે અને એ દ્રવ્યો વાહિનીઓ મારફત આખા છોડમા જાય છે.

જો મૂળ આદિમૂળમાથી ઉદ્ભવ્યું હોય તો એને **ઔરસમૂળ** (Normal root) કહેવાય. ઘણી વાર શરૂઆતમા જ આદિમૂળ નાશ પામે છે કે વધતુ અટકી જાય છે આવા સંજોગોમાં આદિમૂળ સિવાયના વનસ્પતિઅંગમાંથી મૂળ ઉદ્ભવે છે આવા મૂળને તેમના ઊગમ ઉપરથી **અનૌરસમૂળ** (સામાન્ય

રીતે આદિમૂળમાંથી થવાં જોઈએ તેને બદલે બીજા અંગમાંથી ઉદ્‌ભવેલાં મૂળ) કહી શકાય. અનૌરસમૂળ (adventitious roots) જો ભૂગર્ભસ્થ હોય તો તો તેમનું કાર્ય ઔરસમૂળ જેવું જ હોય છે, પણ તે પ્રરોહના વાતાવરણસ્થ (aerial) ભાગમાંથી ઉદ્‌ભવેલાં હોય છે ત્યારે તેમનાં કાર્ય બીજાં હોઈ શકે. આ વિષે હવે પછી વિગતવાર ચર્ચા કરીશું.

મૂળરચના–મુખ્ય ભાગો :—મૂળના અગ્રભાગ (**મૂલાગ્ર** અથવા Root apex)માં કોષવિભાજન (cell division)ની પ્રવૃત્તિ સામાન્ય રીતે ચાલુ જ હોય છે અને એ રીતે ત્યાં કોષસંખ્યામાં વધારો થતો રહે છે. મૂળનો આ ભાગ તે **કોષવિભાજન પટ** (Region of cell division). આ ભાગમાં કોષકવચ બહુ કોમળ હોય છે. આ કોમળ વિસ્તાર **મૂલત્રાણ** (મૂળટોપી, root-cap, મૂલાગ્રાવરણ) એટલે કે મૂળને રક્ષનાર એવા પડથી ઢંકાયલો હોય છે. મૂળને જમીનના ખડબચડા કણોની વચ્ચે થઈને આગળ વધવાનું હોય છે એ જોતાં મૂલત્રાણની અગત્ય સમજી શકાય છે. મૂળમાં કોષવિભાજનપટની ઉપરનાં ભાગમાં કોષવર્ધન (અથવા કોષવિસ્તરણ) થતું હોય છે. અહીં કોષનું કદ મોટું થાય છે. આ ભાગ તે **કોષવિસ્તરણપટ** (Region of cell-elongation or cell enlargement એની ઉપરના ભાગના કોષો પોતપોતાને જે કાર્ય બનાવવાનું છે તે પ્રમાણે વિકાસ પામે છે. આ ભાગમાં કોષો પુખ્ત થયા હોય છે એટલે એ ભાગનું નામ **પ્રૌઢ કોષપટ** (Region of maturation).



આકૃતિ ૧૩

મૂલરચના બતાવતો મૂલનો ઊભો છેદ.

૧ મૂલત્રાણ (મૂલાગ્રાવરણ, Root-cap)
૨ કોષવિભાજન પટ (કોષનિર્માણ પટ, Region of Cell Formation)
૩ કોષવિસ્તરણ પટ (Region of Cell Elongation)
૪ શોષણ પટ (Region of Absorption)
૫ પ્રૌઢકોષ પટ (Region of Maturation).

મલાગ્રથી થોડે ઉપર **મૂલાચ્છાદન** (મૂલાધિસ્તર, મૂલાપિન્વચા, Epiblema)માંના કેટલાક કોષો **મૂલરોમ** (Root-hair)ના રૂપમાં લાંબા થયેલા હોય છે. આ મૂલરોમો દ્વારા મૂળમાં પાણી અને ખનિજ દ્રવ્યો જમીનમાંથી શોષાય છે. મૂલરોમ વિસ્તાર (શોષણપટ Region of absorption)ની ઉપરના ભાગના કોષો પ્રૌઢાવસ્થાને પામી ચૂકેલા હોય છે. આ વિસ્તારમાં મૂલના અંદરના પડમાંથી મૂલશાખાઓ ફૂટે છે (endogenous origin of root branches). પ્રકાંડ શાખાઓનું ઊગમસ્થાન પ્રકાંડના ઉપરના (બહારના) પડમાં હોય છે (exogenous origin of stem branches).

આમ આપણે જોયું કે મૂલના મુખ્ય ત્રણ ભાગો નજરમાં આવે છે: (૧) કોષવિભાજન પટ, (૨) કોષવિસ્તરણ પટ અને (૩) પ્રૌઢ કોષપટ. ઉપરાંત મૂલાગ્રને ઢાંકતો ભાગ **મૂલત્રાણ**.

વર્ષાયુ, દ્વિવર્ષાયુ અને બહુવર્ષાયુ વનસ્પતિઓ (Annuals, Biennials and Perennials).

મૂલમાં જે પોષક તત્ત્વોનો સંગ્રહ થાય છે તે ઘણુંખરું વનસ્પતિની આયુમર્યાદા ઉપર અવલંબતો હોય છે.

વર્ષાયુ વનસ્પતિઓની જીવનલીલા એક વર્ષ (કે એક ઋતુ)માં પૂરી થઈ જાય છે. ફૂલ, ફળ અને બીજ થતાં આખો છોડ સુકાઈ જાય છે. તૃણવર્ગની ઘણીખરી વનસ્પતિઓ—ઘઉં, ડાંગર વગેરે સહિત—અને મગ, ચણા, વટાણા જેવી બીજી ઘણી વનસ્પતિઓ આ વર્ગમાં આવે છે.

દ્વિવર્ષાયુ વનસ્પતિઓમાં પહેલે વર્ષે પ્રજનનાર્થ વૃદ્ધિ કે વિકાસ થતો નથી પણ તે વર્ષમાં આવી વનસ્પતિઓ—જેવી કે ગાજર, મૂળા, શલગમ વગેરે—પોષક પદાર્થો (ખોરાક)નો સંચય કરે છે. આ સંચયનું સ્થાન મૂલ છે. બીજે વર્ષે આ સંગ્રહેલા ખોરાકનો ઉપયોગ પ્રજનનાર્થ વૃદ્ધિવિકાસ માટે થાય છે અને આમ બીજે વર્ષે આ વનસ્પતિઓને ફૂલ, ફળ, બીજ થાય છે અને પછી એમનો અંત આવે છે. જીવનચક્રના પહેલા વર્ષને અંતે મૂલમાં સંગ્રહાયલા ખોરાકને માટે આવી વનસ્પતિઓનો ઉપયોગ થાય છે.

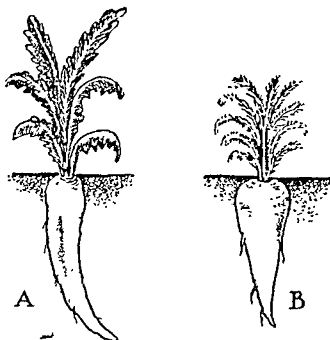
બહુવર્ષાયુ વનસ્પતિઓ ઘણાં વર્ષો જીવે છે અને એ દરમિયાન ઘણી વાર તેમને ફૂલ, ફળ, બીજ આવે છે.

ઔરસ (Normal) અને અનૌરસ (Adventitious)

મૂલ

ઔરસ (પ્રસામાન્ય Normal) મૂલ. આગળ આપણે જોયું કે જે મળ આદિમૂળમાંથી ઊગમ પામે છે તે ઔરસ મળ (Normal roots) કહેવાય છે; આ મૂલોમાં ઘણી વાર ખોરાકનો સંગ્રહ થાય છે અને એ કારણે તેઓ વિવિધ આકાર ધારણ કરે છે. આવા આકાર પ્રમાણે એ મૂલોને જુદાં જુદાં નામ અપાય છે. આવા સંગ્રહી (storage or tuberous) આકારોનાં નામ નીચે આપ્યાં છે.

પિંડાકાર, મૂલાકાર (મૂળા જેવા આકારવાળા) અથવા બોબીનાકાર (મિલોમાં સુતર જેના ઉપર વીંટવામાં આવે છે ને બોબીન જેવા આકારવાળાં (તર્કુરૂપ, fusiform) મૂલ. જે ધ્રુવમૂલ વચ્ચેથી જાડાં અને બન્ને તરફ ધીમે ધીમે સાંકડા (પાતળાં) થયેલાં હોય છે તેમને પિંડાકાર મૂલ કહેવામાં આવે છે: દા. ત. મૂળો.



આકૃતિ ૧૫

A મૂળો (Radish), B ગાજર (Carrot)

શંકુ-આકાર (શંક્વાકાર, conical) મૂલ

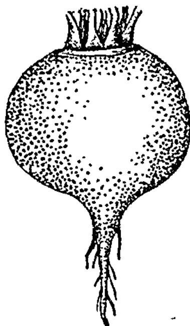
જે ધૂર્યમૂલ મૂલ-પ્રકાંડ સાંધા આગળ પહોળાં (જાડાં) હોય છે અને પછી નીચેના ભાગમાં ધીમે ધીમે પાતળાં થયેલાં હોય છે તે શંક્વાકાર મૂલ કહેવાય છે, દા. ત. ગાજર.

સલગમાકાર (સલગમ–Turnip–ના આકારના અથવા ભ્રમરાકાર, Napiform–કુમ્ભીરૂપ) મૂલ.

જે ધૂર્યમૂલ ખોરાકસંચયને કારણે ગોળ દડા જેવાં થયેલા હોય છે અને જેમાં નીચેનો ભાગ ધીમે ધીમે પાતળો થવાને બદલે ગોળ માથા ઉપરની ચોટલીની જેમ પાતળો અને લાંબો હોય છે તે સલગમાકાર મૂલ કહેવાય છે: દા. ત. સલગમ, બિટરૂટ, વગેરે.

અનૌરસ (અપસ્થાનિક) મૂલ અને તેમના વિવિધ આકારો

ઘણી વનસ્પતિઓમાં પ્રથમ મૂળ વિકાસ પામતું નથી પણ પ્રકાંડ તલ



આકૃતિ ૧૬

-બીટ રૂટ

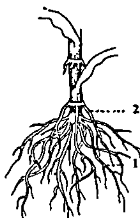
(Base of the stem)માંથી મૂલો ઉદ્દભવે છે. તેમના આવા ઊગમને કારણે આવાં મૂળ અનીરસ (adventitious, અપસ્થાનિક) મૂલો કહેવાય છે. આ ઉપરાંત પ્રકાંડ અને તેને લાગેલાં ઉપાંગોમાંથી પણ મૂલ નીકળે છે. આ મૂલો પણ અનીરસ વર્ગમાં જ આવે.

અનીરસ મૂલના પ્રકારો :

(૧) ભૂગર્ભસ્થ (underground).

(क) તંતુમૂલ (fibrous roots) પાતળા તાર અથવા દોરા જેવાં ભૂગર્ભસ્થ અનીરસ મૂલોને તંતુમૂલ કહેવામાં આવે છે. પ્રથમ મૂળ હોતું નથી એટલે આવાં તંતુમૂલ એક જ સમતલ (Plane)માંથી નીકળતાં હોઈ ગુચ્છાકારે હોય છે: દા. ત. મકાઈ, ઘઉં, વગેરે તૃણવર્ગની વનસ્પતિઓ.

(ख) ગ્રંથિલ (tuberous) જે અનીરસ મૂલ ખોરાકના સંચયથી જાડાં થયેલાં હોય છે તેમને ગ્રંથિલ મૂલો (tuberous roots) કહેવાય છે. આવાં ગ્રંથિલ મૂલોના ઉપપ્રકારો ત્રણ છે:

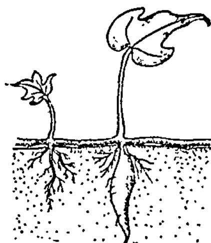


આકૃતિ ૧૭

મકાઈનાં તંતુમૂલ

૧ તંતુમૂલ

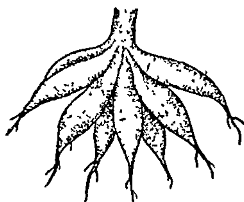
૨ આધારમૂલ



આકૃતિ ૧૮

શક્કરિયાં (શક્કરકંદ, Sweet Potato)નું ગ્રંથિ મૂલ (tuberous root)

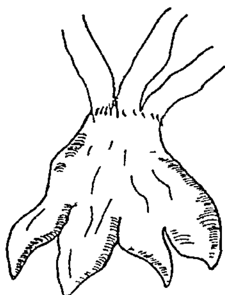
(ख १) છૂટાં ગ્રંથિલ મૂલ (simple tuberous roots) જ્યારે ગ્રંથિલ મૂલ છૂટાં છૂટાં હોય છે—દા. ત. સક્કરીઆં (Sweet Potato).



આકૃતિ ૧૯
શતાવરી (Asparagns)નાં ગ્રંથિમૂલ.

(ख २) ઝૂમખિયા અથવા ઝૂમખાદાર ગ્રંથિલ મૂલો (ગુચ્છાકાર, પૂલકિત, fasciculated tuberous roots) ઝૂમખામાં હોય છે તેવાં ગ્રંથિલ મૂલ — દા. ત. શતાવરી (Asparagus).

(ख ३) હસ્તાકાર (પંજાકાર, હસ્તાકૃતિ) ગ્રંથિલ મૂલ. ગ્રંથિલ મૂલ સાદું રહેવાને બદલે જ્યારે એના અગ્રભાગમા એ ખાચાદાર બને છે ત્યારે હથેળી ઉપર આગળીઓ લાગેલી હોય છે તેવો આકાર (હસ્તાકૃતિ) થાય છે. આથી એવા મૂલને હસ્તાકૃતિ ગ્રંથિલ મૂલ (palmated tuberous root) કહે છે: દા. ત. સાલમ (Orchis).

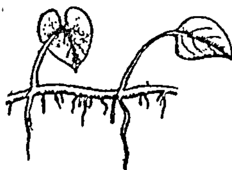


આકૃતિ ૨૦
ધોળી મુસલી (Orchis Root)

(૨) વાતાવરણસ્થ (aerial) અનીરસ મૂલ:

(क) આરોહી મૂલ (શ્લેષી મૂલ, આલિંગન મૂલ).

આરોહકો (Climbers)ને પ્રકાંડ ઉપર આવાં અનીરસ મૂલ ઊગે છે. પોથોસને આવાં મૂલ હોય છે. ટેકાને આ મૂલોની મદદથી પકડી આરોહક વનસ્પતિ ઊંચે ચઢે છે.



પોથીસનાં આરોહી અથવા આલિંગન મૂલ (clinging roots).

આકૃતિ ૨૧

(ख) આધાર મૂળ (અવસ્તંભ મૂલ, Prop roots) મકાઈ અને કેવડાને પ્રકાંડના નીચેના પર્વો (Nod)માંથી મૂલ ઊગે છે અને આ મૂલ ત્રાંસા જઈ જમીનને લાગી પ્રકાંડને ટેકો આપે છે. આ મૂલો આધારમૂળ કહેવાય છે.

(ग) સ્તંભાકાર મૂલ (Columnar roots)

જ્યારે મૂળ પ્રકાંડમાંથી ઊગી સીધાં વધી જમીનને લાગી થાંભલા જેવાં થાય છે ત્યારે તેમને સ્તંભાકાર (columnar) મૂલ કહે છે. દા. ત. વડવાઈઓ.

(घ) વૃક્ષારૂઢ (વૃક્ષારોહી, epiphytic) મૂલ.

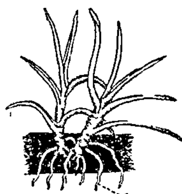
સાલમ જેવી વનસ્પતિ બીજાં વૃક્ષોના પ્રકાંડ ઉપર આશરો લઈને ઊગે છે. આવી વનસ્પતિને **વૃક્ષારૂઢ** (Epiphyte, અધિપાદપ) કહેવામાં આવે છે. વૃક્ષારૂઢો આસનવૃક્ષ (supporting tree)ને નુકસાન કરતા નથી કે એમાંથી રસ ચૂસતા નથી. તેઓ તો ફક્ત આસનવૃક્ષના પ્રકાંડ ઉપર જે ધૂળ વગેરે કચરો જામેલો હોય છે તેમાં ઊગે છે અને એ રીતે સીધી રીતે તેઓ જમીનમાંથી પોષણ મેળવતા નથી. આવા વૃક્ષારૂઢોને પ્રકાંડમાંથી ખાસ પ્રકારના મૂલ ઊગે છે. આ મૂલને વૃક્ષારૂઢ મૂલ (Epiphytic

roots) કહી શકાય. આ મૂલમાં જલશોષીસ્તર હોય છે. આ જલશોષીસ્તર (આર્દ્રતાગ્રાહીસ્તર Velamen) વાતાવરણમાં રહેલો ભેજ ચૂસે છે.



આકૃતિ ૨૨

વડનાં સ્તંભાકાર (Columnar) મૂલ.



આકૃતિ ૨૩

ઓર્કીડ (Orchid)નાં વૃક્ષારુઢ અથવા અધિપાદપ (epiphytic) મૂલ.

(ઙ) **પરોપજીવી** (પરજીવી, parasitic) **મૂલ**–નમલી અથવા અમરવેલ (Cuscuta) અને વાંદા (Loranthus) જેવી વનસ્પતિઓ બીજી વનસ્પતિઓનો આધાર લઈ તેમના ઉપર વૃક્ષારૂઢ (Epiphyte)ની જેમ ઊગે છે; પણ વૃક્ષારૂઢો પોતાના પોષણ માટે આસન (Support) ઉપર આધાર રાખતા નથી. જ્યારે ઉપરોક્ત વનસ્પતિઓ પોતે જે વનસ્પતિઓ ઉપર ઊગે છે તેમના અંગમાં શોષકો (ચૂષકાંગ, Haustoria) મોકલી પોષકરસ ચૂસી લઈ પોષણ મેળવે છે. આવી વનસ્પતિઓ પરોપજીવી (parasitic) કહેવાય છે, અને જેમના અંગમાંથી તેઓ પોષણ મેળવે છે તે **યજમાન** (પરપોષી, આતિથેય, Host) કહેવાય છે, પરોપજીવીનાં મૂળ (અથવા શોષકો) પરોપજીવી મૂળ (parasitic roots) કહેવાય છે.

આવી પરોપજીવી વનસ્પતિઓ હંમેશાં વૃક્ષારૂઢ જ હોય છે એમ નથી, દા. ત. ચંદનવૃક્ષ એ આમ તો બીજાં વૃક્ષોની જેમ જમીનમાં જ ઊગે છે

પણ એનાં મૂળો બીજી વનસ્પતિઓનાં મૂળમાંથી પોષક દ્રવ્યો લઈ લેતાં હોવાથી ચંદનવૃક્ષ પરોપજીવી (parasitic) છે.

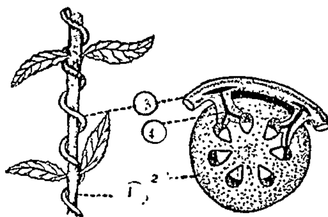
અમરવેલ જેવા જે પરોપજીવીઓમાં હરિત દ્રવ્ય હોતું નથી તેઓ યજમાન શરીરમાંથી પાણી અને સાદા ક્ષારોને બદલે એમાંથી બનેલાં



આકૃતિ ૨૪

પરજીવી—વાંદો (Loranthus)

1 પરપોષી (Host) ઉપર જે જગ્યાએ પરજીવીનાં ચૂષક મૂળો (Haustoria) ઊતર્યાં છે તે જગ્યા ઉપર દેખાતી ગાંઠ .
2 પરપોષી પ્રકાંડ
3 પરજીવી (Parasite)



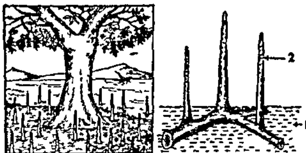
આકૃતિ ૨૫

પરજીવી મૂળ, દા. ત. કસ્કુટા અથવા અમરવેલ કે આકાશવેલ

1 પરપોષી (Host) છોડ.
2 પરપોષીનો છેદ (Section).
3 પરપોષીની આજુબાજુ વીંટળાયલી પરજીવીવેલ.
4 પરપોષીની પેશીઓ (tissues)માં ઊતરેલાં ચૂષકમૂલ (Haustoria).

શર્કરા અને એવા બીજાં પોષક દ્રવ્યો ચૂસે છે. એવા પરોપજીવીઓ પૂર્ણતઃ પરોપજીવી (પૂર્ણ પરજીવી, total parasite) કહેવાય છે. જ્યારે અંશતઃ પરોપજીવી (partial parasite) તેને કહેવાય કે જેઓ યજમાન શરીરમાંથી ફક્ત પાણી અને સાદા ખનિજ દ્રવ્યો ચૂસી પોતાનામાં રહેલા હરિત દ્રવ્યની મદદથી પોતાનો ખોરાક પોતે જ બનાવી લે છે. દા. ત. વાંદો.

(ચ) શ્વસનમૂળ (Pneumatophores) પાણીપોચી (water logged—જલાક્રાન્ત) જમીનમાં ઊગતી વનસ્પતિઓનાં મૂળને ઘણી વાર પૂરતી હવા મળતી નથી. આવી વનસ્પતિને પ્રકાંડના નીચલા ભાગમાથી નીચેથી ઉપર વધતા ખાસ પ્રકારના મૂલ થાય છે તેમને **શ્વસનમૂળ** કહી શકાય. દરિયાકાંઠે થતી અમુક વનસ્પતિઓ (Mangrove plants) અને સુંદરવનની કેટલીક વનસ્પતિઓમાં આવા શ્વસનમૂળ જોવામા આવે છે.



આકૃતિ ૨.૬

શ્વસનમૂળ (Pneumatophores)

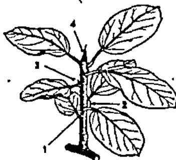
ડાબા હાથ ઉપરના ચિત્રમા શ્વસનમૂળો ખીંટા સરખા જમીનમાથી નીકળેલા દેખાય છે.

1 જમીનમાનો ભાગ, 2 શ્વસનમૂળ ઉપરનાં છિદ્રો (રન્ધ્રો).

પ્રકરણ ૮

પ્રકાંડ (Stem)

બીજનું અંકુરણ થાય છે ત્યારે જેમાંથી ભવિષ્યમાં **પ્રરોહ** (shoot) થવાનું છે તે **આદિપ્રરોહ** (પ્રાંકુર, Plumule) સીધું ઉપર વધે છે (એટલે કે પૃથ્વીના મધ્યબિંદુથી દૂર જાય છે) અને **આદિમૂળ** (મૂલાંકુર, Radicle) નીચે જાય છે. પ્રરોહની અક્ષ (ધરી, Axis) **પ્રકાંડ** (stem) કહેવાય છે. ઉપર વધતી હોવાથી પ્રકાંડને ઊર્ધ્વારોહી અક્ષ (આરોહી અક્ષ ascending axis) પણ કહે છે. પ્રકાંડના **ઉપાંગો** અનુબંધ, appendages) પ્રકાંડના જેવાં અથવા જુદી જાતનાં હોય છે. પર્ણ અને પુષ્પ એ પ્રકાંડના તેનાથી જુદી જાતનાં ઉપાંગો છે. પ્રકાંડ અથવા તેની શાખા ઉપર જે જગાએ પર્ણ લાગેલું હોય છે તે જગાને **પર્વ** (પર્વસંધિ, ગાંઠ, Node) કહે છે. બે પર્વોની વચ્ચેના પ્રકાંડના ભાગને **કાંડ** અથવા **આંતરપર્વ** કહે છે. પ્રકાંડના શિરોબિંદુ તરફ બનતા પત્ર અને પ્રકાંડ વચ્ચેનો કોણ કક્ષ અથવા પર્ણકોણ (પત્રકોણ, Axil) કહેવાય છે. કક્ષમાં હંમેશાં કલિકા (Bud) હોય છે. પ્રકાંડ અને મૂળ વચ્ચેનો આ એક અગત્યનો ભેદ છે. પ્રકાંડના શિરોબિંદુ (શિખાગ્ર, Apex) એ ઘણુંખરું **વર્ધમાન** (Growing point) હોય છે જે કારણે પ્રકાંડની વૃદ્ધિ શિરોબિંદુ તરફ થાય છે. શિરોબિંદુએ અવિકસિત બાલપર્ણોથી વર્ધમાન ઢંકાયેલું હોય છે. **શિરોબિન્દુ કલિકા** (અંતસ્થ કલિકા, Terminal Bud) આ રીતે વર્ધમાન અને વિકસિત પર્ણોની બનેલી છે.



આકૃતિ ૨૭

વડની ડાખળી (ટહની, Twig)

1 પર્વસંધિ (ગાંઠ, Node).
2 પર્વ (કાંડ, Internode).
3 કક્ષ-મુકુલ (Axillary Bud).
4 અંતિમ મુકુલ (અંતસ્થ મુકુલ Terminal Bud).

પ્રકાંડ મૃદુ (કોમળ, soft) છે કે કાષ્ઠમય (Woody and hard) તેના ઉપરથી અને થડ (સ્તંભ, Trunk) છે કે નહિ તે ધ્યાનમાં લઈ વનસ્પતિઓના સામાન્ય રીતે ત્રણ વર્ગો પાડવામાં આવે છે :

૧ હરિતક અથવા છોડ (બૂટી, Herb). પ્રકાંડ મૃદુ હોય છે અને જમીન ઉપરનો ભાગ દર વર્ષે સુકાઈ જાય છે. વર્ષાયુ અને દ્વિર્ષાયુ વનસ્પતિઓ આ વર્ગમાં આવે. ઉપરાંત જે બહુવર્ષાયુ વનસ્પતિઓમાં મુખ્ય પ્રકાંડ જમીનમાં રહી દર વર્ષે નવા નવા ગગ્જા ફૂટે છે તે ગગ્જા પણ આ વર્ગમાં આવે.

૨ ગુલ્મ અથવા ક્ષુપ (Shrub). પ્રકાંડ કાષ્ઠમય અને થડ કયાં તો નહિ જેવું અથવા ટૂંકું એટલે કે ઉપાંગો છેક નીચેથી લાગેલાં હોય. જેને સામાન્ય રીતે આપણે ઝાંખરાં કહીએ છીએ તે વનસ્પતિઓ આ વર્ગમાં આવે. આ વનસ્પતિઓ બહુવર્ષાયુ હોય છે.



આકૃતિ ૨૮

આધારને વીંટ-ળાઈને ચઢતો પ્રકાંડ (twining stem) અથવા આરોહી પ્રકાંડ.

૩ વૃક્ષ (Tree). જે બહુવર્ષાયુ વનસ્પતિઓનાં પ્રકાંડ કાષ્ઠમય હોય છે અને જેમાં થડ સારી રીતે વિકાસ પામી ઉપાંગો થડના ઉપરના ભાગથી શરૂ થતાં હોય છે તેવી વનસ્પતિ.

દષ્ટિકોણ પ્રમાણે બીજી રીતે પણ પ્રકાંડોનાં વર્ગીકરણ થઈ શકે :

દા. ત. (૧) ઉન્નત પ્રકાંડ—જે પ્રકાંડ જમીનથી ઊંચે સીધા વધી ટટ્ટાર રહેતા હોય તેવા.

(૨) દુર્બલ પ્રકાંડ—જે પ્રકાંડ આ રીતે ઉન્નત ન રહી શકતા હોય તે લતાઓના પ્રકાંડ આ વર્ગમાં આવે. આવા દુર્બલ પ્રકાંડોના ઉપવર્ગો પડી શકે.

દા. ત. (ક) ભૂપ્રસારી—(વિસર્પી લતા, Creepers) જમીન ઉપર ફેલાતા હોય તેવા પ્રકાંડો, દા. ત. દૂધીના વેલા.

(ગ) આરોહી (Climbers) જે બીજા (ઉન્નત) પ્રકાંડો ઉપર અથવા ભીંત જેવી વસ્તુઓ ઉપર ચડતા હોય તેવા પ્રકાંડો દા. ત. કૃષ્ણકમળની વેલ.

પ્રકાંડનું કાર્ય :

પ્રકાંડનું મુખ્ય કાર્ય પર્ણો ઉપર સૂર્યપ્રકાશ બરાબર પડે એ રીતે તેમને ધારણ કરવાનું છે. પર્ણોમાં પ્રકાશ-શક્તિનો ઉપયોગ કરી શર્કરા (ખાંડ) જેવા પોષક પદાર્થોનું સંયોજન (સંશ્લેષણ, Synthesis) થાય છે. એ સિવાય મૂળ દ્વારા જમીનમાંથી ચૂસાયેલાં પાણી અને ખનિજ દ્રવ્યો વનસ્પતિના બીજા ભાગોમાં વહન પણ પ્રકાંડમાં જ થાય છે. આ બે મુખ્ય કાર્યો ઉપરાંત પ્રકાંડ પુષ્પ અને તેમાંથી થતાં ફળોને ધારણ કરે છે અને તે ઉપરાંત જુદા જુદા સંજોગોને અનુકૂળ થવા માટે (પ્રતિકૂળ ઋતુ પાર કરી દીર્ઘજીવિત્વ પ્રાપ્ત કરવા તેમ જ અલિંગીવર્ધન—[asexual propagation] જેવાં વિશિષ્ટ કાર્યો—[special functions] માટે) પ્રકાંડના જુદાં જુદાં રૂપો વિકાસ પામે છે. હવે એવાં રૂપોની ચર્ચા કરીએ.

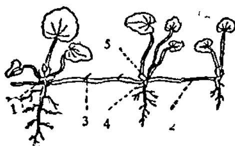
પ્રકાંડનાં વાતાવરણસ્થ રૂપો :

(૧) **ભૂસ્તારી** (Runner)—પ્રકાંડની પાતળી અને લાંબી શાખાઓ જે જમીન ઉપર પથરાતી અને વચ્ચે વચ્ચે પર્વ(node)માંથી અનોરસ મૂળ નાખતી આગળ વધે છે તેને ભૂસ્તારી (ભૂપ્રસારી અથવા ભૂમિપ્રરોહ, Runner) કહે છે. પ્રકાંડનો મૂળવાળો દરેક ભાગ (એટલે કે મૂળવાળો કાંડ) મૂળ છોડથી કોઈ પણ કારણે જુદો પડ્યા પછી સ્વતંત્ર અસ્તિત્વ ધરાવે દા. ત. બ્રાહ્મી અને દરોઈ (દૂર્વા).

(૨) **ભૂસ્તારિકા** (Offset)—બધી રીતે આ પ્રકાર ઉપર વર્ણવેલા ભૂસ્તારીને મળતો છે સિવાય કે આવો પ્રકાંડ ટૂંકો અને જાડો હોય છે અને પર્ણ ગુચ્છોમાં હોય છે. દા. ત. (Pistia, જલશૃંખલા).

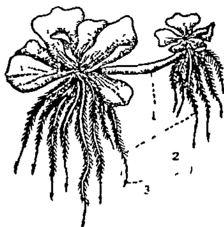
(૩) **મૂલિનીશાખા** (Stolon)—

આ પ્રકાંડ પ્રકાર ઉપલા પ્રકારોથી એ રીતે જુદો પડે છે કે આમાં પ્રકાંડ-શાખા જમીન ઉપર પથરાતી વધવાને બદલે પહેલાં ઊંચે જઈ પછી ધનુષ્યની જેમ નીચે નમી જમીનને લાગે છે અને તે જગાએ અનોરસ મૂળ નીકળે છે.



1 મૂળ છોડ
2 ભૂસ્તારી
3 શલ્કપર્ણ
4 અને
5 મુકુલ (bud)માંથી ઊગીને જેમાંથી નવો છોડ બને છે તે (અનુક્રમે) મૂલ અને પ્રરોહ.

આકૃતિ ૨૯
ભૂસ્તારી (Runnerl)—બ્રાહ્મી (Hydrocotyl)



ભૂસ્તારિકા (Offset)—જલશૃંખલા (Pistia)

1 ભૂસ્તારિકા
2 જલમૂલ (aquatic roots) જેમાં મૂલકોટરિકા (Root Pockets) સ્પષ્ટ દેખાય છે (3).

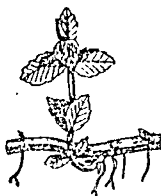
આકૃતિ ૩૦

છે. આવી શાખાને **મૂલિનીશાખા** કહે છે. આવી શાખા મૂળછોડથી જુદી પડતાં સ્વતંત્ર છોડ તરીકે જીવે છે. દા. ત. ફર્ન (હંસરાજ).

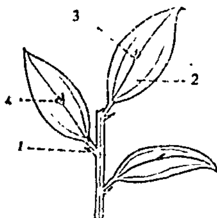
(૪) **અધોભૂસ્તારી** (અંતઃ ભૂસ્તારી, ચૂષક, Sucker).

ઉપલા પ્રકારો જમીનની ઉપરના ભાગમાં જ ઉદ્‌ભવે છે અને જમીનથી અદ્ધર કે જમીનને લાગીને વધે છે. જ્યારે **અધોભૂસ્તારી** પ્રકાંડની એવી શાખા છે કે જે જમીનની નીચેના ભાગમાં ઉદ્‌ભવી થોડે સુધી જમીનમા વધી

પછી જમીનનું પડ ચીરીને બહાર ગરજ્જે કાઢે છે. જે ભાગ જમીનની અંદર વધ્યો હોય છે તેના ઉપર અનીરસ મૂળ આવેલાં હોય છે. દા. ત. ફૂદીનો.



આકૃતિ ૩૧
અધોભૂસ્તારી (અંતઃભૂસ્તારી, Sucker)—ફૂદીનો



આકૃતિ ૩૨
પર્ણકાંડ (પર્ણાભિસ્તંભ, Phylloclade)—રસ્કસ (Ruscus)
1 અને 3 શલ્કપર્ણો, 2 પર્ણકાંડ
4 કક્ષમુકુલ (કલિકા).

ઉપર વર્ણવેલાં કાંડ પ્રકારો (૧) થી (૪) વનસ્પતિના અલિંગીવર્ધનનું કાર્ય બજાવે છે.

હવે એ સિવાયના વાતાવરણસ્થ પ્રકારો જોઈએ.

(૫) પર્ણકાંડ (પર્ણાભિસ્તંભ, Phylloclade). જ્યારે પર્ણ અલ્પવિકસિત રહી જાય છે અથવા બાલ્યાવસ્થામાં જ ખરી પડે છે અને પ્રકાંડ જ પર્ણ જેવો ચપટો આકાર અને પર્ણહરિત ધારણ કરી પર્ણનું કાર્ય બજાવે છે ત્યારે તે પ્રકાંડ **પર્ણકાંડ** કહેવાય છે. દા. ત. શતાવરી, ફાફડિયો થોર.

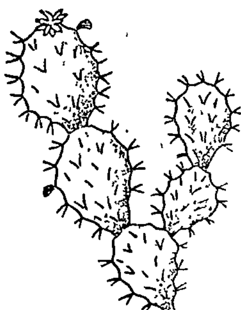
(૬) શૂલ (કાંટા, Thorn)—સામાન્ય ભાષામાં ઘણી જુદી જુદી વસ્તુઓને આપણે કાંટાના નામથી ઓળખીએ છીએ એટલે અહીં જરા વિવેચનની જરૂર છે. આવાં કાંટાઓ વનસ્પતિના અંગ ઉપર ત્રણ રીતે ઉદ્ભવે છે.



આકૃતિ ૩૩

પર્ણકાંડ—શતાવરી
(Asparagus)

1 શલ્કપર્ણ
2 પર્ણકાંડ.



આકૃતિ ૩૪

પર્ણકાંડ—ફાફડિયો થોર (Opuntia).

પર્ણકાંડ ઉપર પર્ણકંટકો કે કંટકપર્ણો
(Leaf Spines) દેખાય છે.

(૧) બાહ્યત્વચા (Epidermis)માથી બાહ્યવૃદ્ધિ (outgrowth) રૂપે, અંગ્રેજી પરિભાષામાં આ પ્રકાર માટે Prickle શબ્દ છે; આપણે એને શલ્ય કહીશું.

(૨) બીજા પ્રકારમા પર્ણનુ રૂપાતર થઈને કાટા બને છે તેને માટે અંગ્રેજીમા Spine શબ્દ છે. આપણે એને માટે પર્ણકંટક શબ્દ યોજીશુ.

(૩) ત્રીજી રીતે પ્રકાંડશાખાનુ કંટકમા રૂપાતર થાય છે. આને માટ અંગ્રેજીમા Thorn શબ્દ છે. આપણે એને શૂલ કહી શકીએ. આવા કંટકને કાંડકંટક અથવા દંડકંટક પણ કહી શકાય કારણ કે એ કાંડનુ રૂપાતર છે, અને એનું ઉગમ પ્રકાંડમાં ઊંડુ હોવાથી જેટલી સહેલાઈથી શલ્ય (Prickle) તોડી શકાય છે એટલી સહેલાઈથી એને તોડી શકાતો નથી.

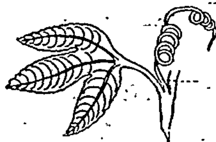
શલ (દંડકંટક અથવા કાંડકંટક, Thorn) પ્રકાંડશાખા હોઈ સામાન્ય રીતે પર્ણકોણ(કક્ષ)માં ઉદ્દભવે છે, અને કેટલીક વાર એના ઉપર પર્ણો પણ હોય છે. દા. ત. મેંદી, ખીલી, લીંબુ.



આકૃતિ ૩૫

પ્રકાંડકંટક (કાંડકંટક, શલ, Thorn) — મેંદી (Lawsonia).

(૭) પ્રકાંડપ્રતાન (સ્તંભપ્રતાન Stem Tendril) તંતુ જેવા અથવા દોરા જેવા જે પાતળા અવયવની મદદથી લતાઓ આધારને વળગીને ઊંચે ચઢે છે તેને પ્રતાન (tendril) કહે છે. આ પ્રતાનનો આગલો ભાગ સંવેદનશીલ (sensitive) હોય છે એ કારણે આધારનો સ્પર્શ થતાં એ આધારને વીંટાવા માંડે છે. ઉદ્દભવની રીત પ્રમાણે પ્રતાન વનસ્પતિના જુદાં જુદાં અંગમાંથી બને છે. જે પ્રતાન પ્રકાંડના ભાગનું રૂપાંતર હોય તો એને **પ્રકાંડપ્રતાન** કહેવાય. દા. ત. કૃષ્ણકમળ લતા, દ્રાક્ષ લતા. કૃષ્ણકમળ લતામાં કક્ષકલિકા પ્રકાંડ પ્રતાનમાં પરિણમે છે અને દ્રાક્ષલતામાં પ્રકાંડશાખાનો અગ્રભાગ જ પ્રકાંડપ્રતાનમાં રૂપાંતરિત થયેલો હોય છે.



પ્રકાંડ પ્રતાન (Stem Tendril)—કૃષ્ણકમળ (Passion Flower).

આકૃતિ ૩૬

(૮) કક્ષકંદ (પત્ર-પ્રકલિકા, Bulbil) કેટલીક વનસ્પતિઓમાં કક્ષકલિકા થોડો વિકાસ પામે છે અને વર્ધમાન પુષ્ટ શલ્કપર્ણો (scale

leaves with stored food)થી ઢંકાઈ રક્ષાય છે. એ પછી વિકાસ બંધ પડી આખી રચના સુષુપ્ત રહે છે. આ રીતે જે રચના બને છે તેને કક્ષકંદ (Bulbil) કહે છે. કક્ષકંદ વનસ્પતિ શરીરથી છૂટો પડે છે ત્યાર પછી જ્યારે અને જ્યાં વૃદ્ધિ માટે અનુકૂળ સંજોગો મળે છે ત્યા એની સુષુપ્તાવસ્થામાંથી એ મુક્ત થઈ એના તલ(Base)માંથી અનૌરસમૂળ નીકળે છે અને વર્ધમાનની પ્રવૃત્તિ શરૂ થઈ નવો છોડ-વિકાસ પામે છે, આ રીતે કક્ષકંદ એ અલિંગીવર્ધન માટેનુ એક સાધન છે. દા. ત. ડાયસ્કોરિયા, કેનકી.

એ ધ્યાનમાં રાખવું કે કક્ષકંદ એ આખી ડાળી અથવા પ્રરોહનું રૂપાંતર છે કારણ કે એમાં પ્રકાંડ ઉપરાંત પર્ણોનો પણ સમાવેશ થાય છે.

હવે આપણે પ્રકાંડના ભૂગર્ભસ્થ રૂપાંતરોને જોઈએ.

પ્રકાંડના ભૂગર્ભસ્થ રૂપાંતરો
(Underground modifications of stem)

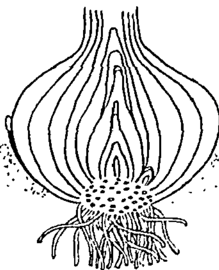
આપણે જોયું કે બીજાંકુરણ પછી આદિપ્રરોહમાંથી જે વિકાસ પામે છે તે પ્રરોહ અને પ્રરોહનાં જે અંગ ધરી અથવા દાંડીરૂપે પાંદડા, ફૂલ, ફળ વગેરે અંગોને ધારણ કરે છે તે પ્રકાંડ. પ્રકાંડ ઉપર જ્યા પર્ણ લાગે છે તે ભાગને પર્વ કહેવાય છે એ પણ આપણે જોયું. પર્વ અને ત્યાં લાગેલાં પર્ણો (અથવા પર્ણો પડી ગયા હોય તો ત્યાં પડેલા ડાઘ)થી પ્રકાંડને ઓળખી શકાય છે. કેટલીક વાર પર્ણો પૂરાં વિકસિત પર્ણદંગિતવાળાં હોવાને બદલે પાતળાં પડ જેવાં હોય છે ત્યારે તેમને શલ્કપર્ણ (Scale leaves) કહે છે. પર્ણ ગમે તે પ્રકારના હોય પણ પર્ણકોણ(કક્ષ, Axil)માં કક્ષકલિકા હોય છે.

પ્રતિકૂળ ઋતુ પાર કરી દીર્ઘજીવિત્વ પ્રાપ્ત કરવા અને ખોરાકનો સંગ્રહ કરવાના કાર્ય માટે અનુકૂળ એવા પ્રકાંડનાં ઘણાં ભૂગર્ભસ્થ રૂપાંતરો થાય છે જે ઉપર જણાવેલી નિશાનીઓથી પ્રકાંડ તરીકે ઓળખી શકાય છે.

(૯) કંદ (Bulb) જેને સામાન્ય ભાષામાં આપણે કાંદો અથવા ડુંગળી કહીએ છીએ તેમાં પ્રકાંડ તો નાનો સરખો અને ચપટો હોય છે પણ તે સંગ્રહાયેલાં પોષક દ્રવ્યોથી પુષ્ટ થયેલા પર્ણતલો(Leaf bases)થી ઢંકાયેલો હોય છે. આમ પ્રકાંડ અને પર્ણતલો અથવા પ્રરોહનો બીજો પુષ્ટ

અંગોની બનેલી રચનાનું શાસ્ત્રીય નામ કંદ. એ ખ્યાલ રાખવો જોઈએ કે આપણે અહીં કંદના પ્રકાંડને ઉદ્દેશીને વિચારણા કરીએ છીએ, જે હંમેશાં નાનો સરખો હોય છે. લસણમાં આ રીતે પ્રકાંડ તો નાનો સરખો જ છે પણ પોષક દ્રવ્યોનો સંગ્રહ કલિકા(Buds)માં થયેલો છે. આવા કંદ બે પ્રકારના હોય છે :

(ક) આવૃતકંદ (પરિવૃતકંદ, Tunicated Bulb) કંચુકિત શલ્કકંદ: આમાં પર્ણતલો કાંડની આજુબાજુ વિંટળાયલા (પરિવૃત થયેલા) હોય છે. દા. ત. કાંદો અથવા ડુંગળી અને લસણ.



આકૃતિ ૩૭

કંદ (શલ્કકંદ Bulb). ડુંગળીનો છેદ (Section).

પ્રકાંડ નાની ચકતી જેવો છે, મૂલ તંતુમૂલ પ્રકારનાં છે અને શલ્કપર્ણો પોષક દ્રવ્યના સંગ્રહથી રસીન થયેલાં છે (fleshy scale leaves).

(ખ) શલ્કકંદ (Scaly Bulb): આમાં અને આવૃતકંદ વચ્ચે ફક્ત એટલો જ તફાવત છે કે પર્ણતલોને બદલે આખાં પુષ્પપર્ણો માછલીનાં ભીંગડાંની જેમ પ્રકાંડની ચારે તરફ એકબીજા ઉપર પડી પ્રકાંડને ઢાંકે છે. વળી આવૃતકંદમાં બહારનાં પર્ણતલો સુકાઈ ગયેલાં હોય છે જ્યારે શલ્કકંદમાં બહારનાં પર્ણો સુકાયલાં નથી હોતાં. દા. ત. અમ્બુટી (Oxalis sp.), લીલી.

(૧૦) શિફાકન્દ (પ્રકંદ, Rhizome)

હળદરના ગાઠીઆ જે આપણે રસોઈ કે દવામા વાપરીએ છીએ તે પ્રકાડ છે, અને એના જેવા પ્રકાડરૂપને—જે લબાયુ અને સગ્રહેલા ખોરાકને લીધે પુષ્ટ હોય છે અને જેમાથી અનૌરસ મૂળો નીકળતા હોય છે તેમ જ કક્ષકલિકાઓ વિકસી શાખાઓ રૂપે જમીનનુ પડ ભેદી ઉપર નીકળતી હોય છે—શિફાકન્દ કહી શકાય (સંસ્કૃતમા શિફા એટલે હળદર). દા. ત આદુ, કદળી (Canna), હસરાજ (Fern) વગેરેના પ્રકાંડ

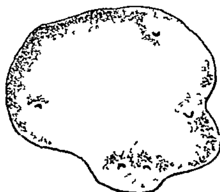


શિફાકંદ (પ્રકંદ, Rhizome)
આદુ (Ginger)
1 શલ્કપર્ણ.
2 મુકુલ (કલિકા)

આકૃતિ ૨૮

(૧૧) સ્ફીતકંદ (ગ્રથીકંદ, Tuber).

પ્રકાંડની શાખા લાંબી વધવાને બદલે ભૂગર્ભસ્થ થઈ અગ્રભાગમાં પોષક દ્રવ્યોનો સંગ્રહ થઈ ગાઠ જેવી જાડી થાય છે, ત્યારે તે પ્રકાડશાખાને સ્ફીતકંદ અથવા ગ્રંથીકંદ કહે છે દા. ત. બટાકો એક વાત ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ કે આ પ્રકાડરૂપમા શાખાનો આગળનો ભાગ રૂપાતર પામે છે



ગ્રથીકદ (સ્ફીતકદ, કદ કાડાગ્રક‍‍‍‍‍‍‍‍ (Tuber)—બટાકો જેને "આખ (Eyes)" કહીએ છીએ તે મુકુલો (buds) છે.

આકૃતિ ૩૯

(૧૨) ઘનતલકાંડ (ઘનકંદ Corm).

પ્રકાંડનો તલભાગ (Base) જ્યારે ખોરાક સંગ્રહથી પુષ્ટ થઈને ચપટો થયેલો હોય છે ત્યારે તેને ઘનતલકાંડ કહે છે. દા. ત. સુરણ. ઘનતલકાંડમાં પ્રકાંડના તલભાગનું રૂપાંતર થયેલું છે. આવા પ્રકાંડને કેટલીક કક્ષકલિકાઓ પણ હોય છે. અને એમાંથી અનૌરસ મૂળ પણ નીકળતાં હોય છે. સામાન્ય રીતે આવા પ્રકાંડના નીચેના ભાગમાં ઓગળી ગયેલા જૂના ઘનતલ કંદનો અવશેષ અને ઉપલા ભાગમાં નવા ઘનતલકંદ (જે બીજે વર્ષે પુષ્ટ થશે)ની શરૂઆત થતી દેખાય છે.



આકૃતિ ૪૦

ઘનકંદ (ઘનતલકાંડ, (Corm) સુરણ (Amorphophallus).

I કલિકાઓ (મુકુલો).

પ્રકરણ ૯

પર્ણ

ઉચ્ચ કક્ષાની વનસ્પતિઓમાં પર્ણ (Leaf) એ વિશિષ્ટ અને પ્રમુખ ઉપાંગ છે. પર્ણની વ્યાખ્યા આ રીતે આપી શકાય: પર્વસંધી (Node) એ લાગેલું પ્રકાંડનું પાર્શ્વિક ઉપાગ. સામાન્ય રીતે પર્ણ પાતળું, ચપટું અને લીલા રંગનું હોય છે અને એની કક્ષમા કલિકા હોય છે. વનસ્પતિનાં પર્ણોને સામુદાયિક રીતે **પલ્લવ** (Foliage) કહે છે પર્ણ મુખ્ય ત્રણ કાર્યો કરે છે:

(૧) પ્રકાશસંશ્લેષણ (પ્રકાશસંક્રિયા, કર્બગ્રહણ Photosynthesis.) (૨) ઉત્સ્વેદન (બાષ્પોત્સર્જન, Transpiration) અને (૩) શ્વસન (Respiration).

પર્ણદલ (Lamina) ઉપરાંત પર્ણના બે ભાગો હોય છે:

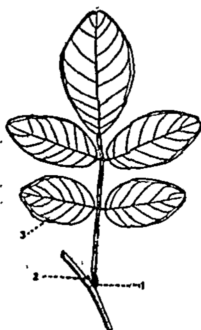
(૧) **પર્ણતલ** (Leaf Base પર્ણાધાર) અને (૨) પર્ણવૃન્ત (Petiole or Stalk, વૃંત, પર્ણવૃંત). બધાં જ પર્ણોને પર્ણવૃન્ત હોય છે એમ નથી. વૃન્તવાળાં પર્ણ સવૃન્ત (petiolate) કહેવાય છે, જ્યારે વૃન્ત વગરનાં વૃન્તહીન (expetiolate or sessile).

હવે આ બધા ભાગોનુ વિગતવાર વર્ણન કરીએ. **પર્ણતલ** (Leaf Base) વડે પર્ણ પ્રકાડને લાગેલું હોય છે. એના પ્રકારો આ પ્રમાણે હોય છે:

(૧) **પુષ્ટતલ** (Pulvinus): પર્ણતલ જો પુષ્ટ અને પહોળું હોય તો એને પુષ્ટતલ કહે છે. દા.ત. ગરમાળો.

(૨) **પરિકાંડતલ** (સંવેષ્ટીતલ, amplexicaul leaf base): પર્ણતલ ચપટું થઈ, વિસ્તાર પામી કાડને વિટળાયેલુ હોય છે દા ત. કોથમીર

(૩) **અર્ધપરિકાંડતલ** (અર્ધસંવેષ્ટીતલ અલ્પસ્તંભાલિંગી, semiamplexicaul leaf base): પર્ણતલ કાડને અંશતઃ વિટળાયેલું હોય છે. દા.ત. અરેલિયા.

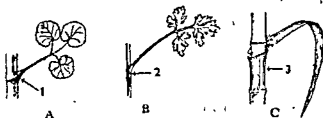


આકૃતિ ૪૧
પર્ણતલ (Leafbase)
પુષ્ટતલ (Pulvinus)

(૪) આવરકતલ (sheathing leaf base): આવું પર્ણતલ એટલું વિસ્તરેલું હોય છે અને એવી રીતે પ્રકાંડને લાગેલું હોય છે કે ખાલી પર્વસંધી જ નહિ પણ એની ઉપરના પર્વને પણ અંશતઃ કે પૂરો ઢાંકી દે છે. દા.ત. મકાઈ.

કેટલીક વાર પર્ણતલ આગળ પાર્શ્વિક ઉપાંગોની જોડ હોય છે. આ ઉપાંગોને ઉપપર્ણો (અનુપર્ણ, Stipules) કહે છે. ઉપપર્ણો છે કે નહિ તેના ઉપરથી પર્ણતલના બે પ્રકાર થાય છે.

(૫) સ-ઉપપર્ણતલ (stipulate leaf base): જેને ઉપપર્ણો લાગેલાં છે એવું પર્ણતલ. દા.ત. જાસવંતી.



આકૃતિ ૪૨
પર્ણતલ

1. અર્ધપરિકાંડતલ (semiamplexicaul leafbase)—અરેલિયા
2. પરિકાંડ (amplexicaul) તલ—કોથમીર
3. આવરક (sheathing) તલ—મકાઈ

(૬) ઉપપર્ણહીનતલ (અનનુપર્ણી, exstipulate leaf base). દા.ત. આંબો.

ઉપપર્ણ (Stipules, પર્ણતલને લાગેલાં ઉપાંગો), એ જોડીમાં હોય છે અને ઘણા પ્રકારનાં હોય છે:

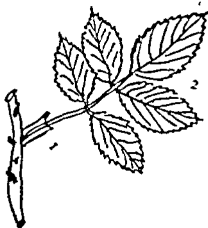
(૧) મુક્ત: (free lateral): નાનાં અને પર્ણતલથી જુદાં, અને પાર્શ્વિક. દા.ત. જાસવંતી.

(૨) સંલગ્ન (adnate): જ્યારે ઉપપર્ણો (કે જે પર્ણતલની બંને બાજુએ હોય છે)ની અંદરની ધાર પર્ણતલ સાથે ચોંટેલી હોય છે. દા.ત. ગુલાબ.



આકૃતિ ૪૩
પર્ણ સાથે સંકળાયેલા જુદા જુદા ભાગો

1. પર્ણતલ, 2. પર્ણવૃન્ત, 3. પર્ણદલ, 4. ઉપપર્ણ અથવા અનુપર્ણ, 5. કક્ષીય કલિકા.



આકૃતિ ૪૪
સંલગ્ન ઉપપર્ણ (Adnate Stipules) ગુલાબ

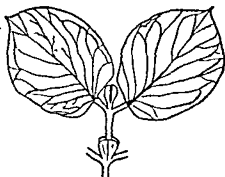
1. ઉપપર્ણો
2. પર્ણિકાઓ

(૩) આંતરવૃન્તીય (અંતરાવૃંતક, Interpetiolar): જ્યારે સામસામેનાં બે પર્ણોના ઉપપર્ણો એક બીજા સાથે પોતાની બહારની ધારથી

જોડાયેલાં હોય છે. આ રીતે ચાર ઉપપર્ણોની બે જોડ બને છે, અને દરેક જોડમાં સામસામેના પર્ણનાં ઉપપર્ણ હોય છે. આવી જોડી કક્ષમાં નહિ રહેતાં પાર્શ્વિક (lateral) બને છે. દા.ત. કદંબ.

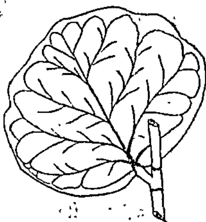
(૪) **વૃન્તાભ્યંતરીય** (અંતઃવૃન્તી, intra-petiolar): જ્યારે એક જ પર્ણનાં ઉપપર્ણો એકબીજા સાથે પોતાની અંદરની (વૃન્ત તરફની) ધારથી જોડાઈને કક્ષીય (Axillary) બને છે. દા.ત. દીકામાળી.

(૫) **પરિપ્રકાંડ** (નલિકાકૃતિ, પરિનાલ, ochreate): જ્યારે પર્ણનાં બંને ઉપપર્ણો બંને ધારે જોડાઈને પ્રકાંડને ઘેરી લે છે. દા.ત. કોકોલોબા.



આંતરવૃન્તીય (અંતરાવૃંતક, intrapetiolar) ઉપપર્ણ —એન્થોસેફાલસ (Anthocephalus).

આકૃતિ ૪૫



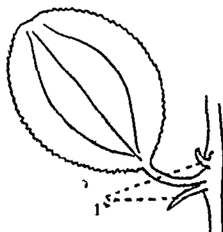
પરિપ્રકાંડ (નલિકાકૃતિ, પરિનાલ, ochreate) અનુપર્ણ— કોકોલોબા (Cocoloba).

આકૃતિ ૪૬

કેટલીક વાર ઉપપર્ણોના વિશિષ્ટ કાર્યસિદ્ધિ અર્થે રૂપાન્તર (modifications) થયેલાં હોય છે. આવાં રૂપાન્તરોના ત્રણ પ્રકાર નીચે આપ્યા છે :

(૬) કંટક (રૂપ) ઉપપર્ણ (Spiny Stipule or Stipule Spine). દા.ત. બોરડી, બાવળ.

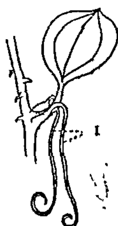
(૭) પ્રતાન (રૂપ) ઉપપર્ણ (Tendrillar Stipule or Stipule tendril). દા.ત. સ્માઈલેક્સ.



આકૃતિ ૪૭

કંટકરૂપ (spiny) ઉપપર્ણો—બોર.

I. કંટક (Spine).



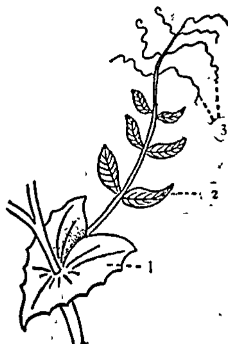
આકૃતિ ૪૮

પ્રતાનરૂપ ઉપપર્ણ અથવા, ઉપપર્ણી (Stipule tendrils or tendrillar stipules) પ્રતાન-સ્માઈલેક્સ (Smilax)

I. પ્રતાન

(૮) પર્ણસદૃશ ઉપપર્ણ (Foliaceous Stipules) : જ્યારે ઉપપર્ણો પર્ણ જેવા મોટાં અને લીલાં હોય છે. દા.ત. વટાણા.

આવાં રૂપાન્તરિત ઉપપર્ણો એમનાં સ્થાન ઉપરથી ઉપપર્ણો તરીકે ઓળખાય છે.



આકૃતિ ૪૯

પર્ણસદૃશ (leafy or foliaceous પર્ણિલ, પર્ણાકાર) ઉપપર્ણો—વટાણા.

1. પર્ણસદૃશ ઉપપર્ણો

2. સંયુક્તપર્ણની પર્ણિકાઓ

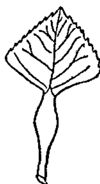
3. પર્ણિકાપ્રતાનો.

પર્ણવૃન્ત (Petiole): જે દાંડી વડે પર્ણદલ (Lamina) પર્ણતલ (Leaf base) સાથે જોડાયેલું હોય છે તેને **વૃન્ત** અથવા **પર્ણવૃન્ત** કહે છે.

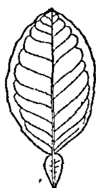
સામાન્ય રીતે પર્ણવૃન્ત લાંબું અને પાતળું હોય છે પણ એમાં પણ કેટલાક વિશિષ્ટ પ્રકાર જોવામાં આવે છે.

(૧) **સ્ફીત** (swollen): પાણીમાં તરતી વનસ્પતિઓનાં પર્ણવૃન્તોમાં **વિરલ** (spongy, વાદળી જેવી છિદ્રાળુ) પેશીરચનાને લીધે આ વૃન્તો ફૂલેલાં હોય છે અને વનસ્પતિને તરતી રહેવામાં મદદરૂપ થાય છે. દા.ત. શિંગોડાં.

(૨) સપક્ષ (winged): જ્યાર વૃન્તને બંને બાજુ પાખ જેવી વૃદ્ધિ થાય છે. દા.ત. લીંબણ.



આકૃતિ ૫૦
સ્ફીતવૃન્ત (swollen petiole)—
શિંગોડા



આકૃતિ ૫૧
સપક્ષ (winged) વૃન્ત—
લીંબાણુ

(૩) પર્ણરૂપવૃન્ત (Phyllode, પર્ણાભદંત): કેટલાક રૂક્ષવાનસો (મરૂદ્‌ભિદ, Xerophytes એટલે કે પાણીની ખેચવાળા શુષ્ક પ્રદેશમા ઊગતી વનસ્પતિઓ)મા વૃન્ત ઉપનુ પર્ણદલ (Lamina) ખરી પડે છે અને વૃન્ત સદશ થઈ પર્ણદલનુ કાર્ય કરે છે. આ વૃન્તને પર્ણરૂપવૃન્ત કહે છે. દા.ત ઑસ્ટ્રેલિયન બાવળ (Acacia auriculiformis)

પર્ણફલ (Lamina) પર્ણદલ એ પર્ણનો મુખ્ય ભાગ છે, અને સામાન્ય રીતે બોલતા આપણે પર્ણદલને જ પર્ણ, પાન કે પાન્દુ કહીએ છીએ પર્ણદલો જાત જાતની આકૃતિ—આકારના અને કદના મળે છે સામાન્ય રીતે એકદલ (monocotyledonous) વાનસો (વનસ્પતિઓ)ના પર્ણદલો સમાન્તર સિરાઓવાળા, લાંબા અને સાંકડા હોય છે જ્યારે દ્વિદલ (dicotyledonous) વાનસોના દલો જાનમય (netted) સિરા વિન્યાસ (Venation) વાળા અને પહોળા હોય છે પર્ણદલ સરલ (simple), ખંડવાળા (lobed) અથવા વિભાજિત (compound) હોય છે સ્પર્શે તે સુંવાળા (smooth), મીણિયા

(waxy) કે રોમયુક્ત (hairy) અથવા એવા બીજા કોઈ પ્રકારનાં હોય છે. આપણે પર્ણદલનાં આકૃતિ (Shape-આકાર) અગ્ર (Apex), અને ધાર (Margin)નું પહેલાં વર્ણન કરીએ.

આકૃતિ (આકાર, Shape).

(૧) પટ્ટાકૃતિ (રેખાકૃતિ, રેખીય, linear). જ્યારે પાનની લંબાઈ પહોળાઈ કરતાં વધારે હોય છે અને પાન સાંકડી પટ્ટી જેવું દેખાય છે ત્યારે તેને પટ્ટાકૃતિ કહે છે. બંને ધાર લગભગ સમાંતર હોય છે. દા.ત. તૃણવર્ગ.

(૨) કુંતાકૃતિ (પ્રાસાકૃતિ, ભાલાના ફળાના આકારનું—ભાલાકાર, (lanceolate).

પહોળાઈ કરતાં લંબાઈ વધારે અને પર્ણદલ વચ્ચેથી પહોળું અને બંને તરફ (પર્ણતલ અને પર્ણાગ્ર તરફ) ધીમે ધીમે સાંકડું થયેલું હોય છે. દા.ત. આંબો, આસોપાલવ.



આકૃતિ ૫૨

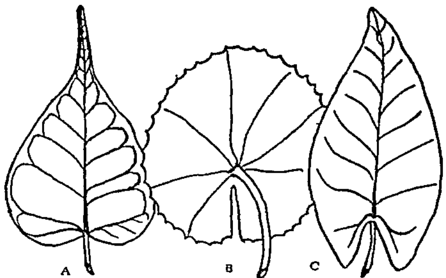
પર્ણદલ આકાર
A. પટ્ટાકૃતિ (રેખાકાર linear) —મકાઈ.
B. ભાલાકૃતિ (પ્રાસાકૃતિ, કુંતાકૃતિ lanceolate)
C. અંડાકૃતિ (ovate)—જાસવંતી.

(૩) અંડાકૃતિ (ovate or egg-shaped) પર્ણદલ લંબગોળ હોય છે. દા.ત. જાસવંતી.

(૪) હૃદયાકૃતિ (cordate or heart-shaped) પર્ણતલ તરફ પહોળું અને ખાંચાવાળું અને પર્ણાગ્ર તરફ સાંકડું પર્ણદલ. દા.ત. પીપળો.

(૫) વર્તુલાકૃતિ (orbicular, rounded) દા.ત. કમળ.

(૬) બાણાકૃતિ (sagittate, arrow-shaped) બાણના ફળા જેવું—સાંકડું પર્ણાગ્ર અને સાંકડા બે ભાગમાં વહેંચાયલું પર્ણદલતલ (base of the lamina) દા.ત. અળવી.



આકૃતિ ૫૩

પર્ણદલઆકાર

A. હૃદયાકાર (cordate)—પીપળો

B. વર્તુલાકાર (orbicular)—કમળ

C. બાણાકાર (વાણાકાર, sagittate)—
અળવી (Colocasia)

સિરા વિન્યાસ (Venation or Arrangement of veins and veinlets)

પર્ણદલ પાતળું કાગળ જેવું હોય છે. એમાં પાણી અને પોષકતત્ત્વોની હેરફેર માટે અને મજબૂતી માટે સિરાઓ હોય છે. આ સિરાઓની ગોઠવણી વનસ્પતિઓને ઓળખવામાં ઉપયોગી થઈ પડે છે. દા.ત. સામાન્ય રીતે દ્વિદલ વાનસો (વનસ્પતિઓ)માં સિરાવિન્યાસ જાલાકાર—જાળી જેવો

(netlike) હોય છે. જ્યારે એકદલ વાનસ્પતિઓમાં સમાન્તર સિરાઓ હોય છે. અપવાદો હોય છે જેમ કે સ્માઈલેક્સ એકદલ વનસ્પતિ છે પરંતુ એનો સિરાવિન્યાસ જાલાકાર છે. સિરાવિન્યાસનું વર્ગીકરણ નીચે આપ્યું છે.

૧. **જાલાકાર (reticulate)**. મુખ્ય સિરાઓની સંખ્યા પ્રમાણે બે ઉપવર્ગો પડે છે.

(क) **એકસિરી (unicostate)** દા.ત. આંબો, જાસવંતી (આકૃતિ ૪૩)

(ग) **બહુસિરી** (બહુસિરાલ, **multicostate.**) બહુસિરી સિરાવિન્યાસમાં વળી પાછા બે જૂથો પડે છે:

(૧) **અભિસારી (convergent)** પર્ણદલતલ જ્યાં વૃન્તને લાગેલું હોય છે તે બિન્દુથી નીકળતી મુખ્ય સિરાઓ પર્ણાગ્ર તરફ આગળ વધતાં એકબીજાની નજીક આવે છે. દા.ત. બોરડી, સ્માઈલેક્સ (**Smilax**). (આકૃતિ ૬૨)

(૨) **અપસારી (divergent)**. સિરાઓ પર્ણાગ્ર તરફ આગળ વધતાં એકબીજાથી દૂર જાય છે. દા.ત. દીવેલો. (આકૃતિ ૬૧C)

૨. **સમાન્તર (parallel)**. મુખ્ય સિરાઓની સંખ્યા પ્રમાણે બે ઉપવર્ગો.

(क) એકસિરી દા.ત. કેના (કદળી)



આકૃતિ ૫૪

એકસિર સમાંતર (unicostate parallel) સિરાવિન્યાસ—કેના (કદલી).

(ख) બહુસિરી. એમા વળી પાછાં બે જૂથો:

(૧) અભિસારી દા ત. તૃણવર્ગ (આકૃતિ ૫૨A)

(૨) અપસારી દા ત. તાડ.

પર્ણાગ્ર અથવા **અગ્ર** (શીર્ષ, શિખાગ્ર, apex)ના પ્રકારો:

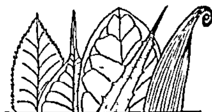
(૧) **તીક્ષ્ણ, કુંચિત** (નિશિતાગ્ર, acute). પર્ણાગ્ર સાંકડું એટલે કે લઘુકોણી હોય છે. દા.ત આંબો.

(૨) **ઉદગ્ર, પ્રકુંચિત** (લમ્બાગ્ર, acuminate) પર્ણાગ્ર સોયા જેવું લાંબુ થયેલું હોય છે. દા.ત. પીપળો.

(૩) **વિશાલકોણી** (કુંઠાગ્ર, obtuse) પર્ણાગ્ર બૂઠું અને વિશાલકોણ (obtuse angle) વાળું હોય છે. દા ત. વડ.

(૪) (**કંટમય, કંટરૂપ** (spiny) પર્ણાગ્ર કાટા જેવું કઠણ અને અણીદાર હોય છે. દા.ત કેતકી.

(૫) **પ્રતાનરૂપ** (tendrilar). પર્ણાગ્રનું પ્રતાનમાં રૂપાન્તર થયેલું હોય છે. એની મદદથી બીજી વસ્તુ કે વનસ્પતિનો ટેકો લઈ વનસ્પતિ ઊંચે ચઢી શકે છે. દા.ત. વછનાગ (**Gloriosa superba**).



આકૃતિ ૫૫

પર્ણાગ્ર

A. લઘુકોણી (કુંચિત acute)—ગુલાબ

B. લંબાગ્ર (ઉદગ્ર, પ્રકુંચિત અગ્ર, acuminate apex)—પીપળો.

C. વિશાલકોણી (કુંઠ) (obtuse)—વડ

D. કંટકરૂપ, કંટકસદૃશ (spiny)—કેતકી (Agave).

E પ્રતાનરૂપ (tendrillar)—વછનાગ (Gloriosa).

ધાર (કોર, ઉપાંત, Margin)ના પ્રકારો:

૧. અખંડ, સળંગ (અછિન્ન કોર, entire)

(क) અખંડ અને સરળ (entire and straight) દા.ત. વડ.

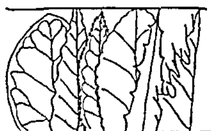
(ख) અખંડ અને તરંગિત (entire and wavy) દા.ત. આસોપાલવ.

૨. ખંડિત (broken)

(क) આરાવત્ (કકચી, serrate, like the saw teeth, કરવતના દાંતા જેવી). દાંતા પશ્ચિમ તરફ ઝૂકેલા હોય છે. દા.ત. ગુલાબ.

(ख) દંતુરિત (dentate) દાંતા સીધા હોય છે. દા.ત. કુંવારપાઠું.

(ग) ગોલદંતુરિત (કુંદદંતી, crenate) દાંતા અણીદાર નથી હોતા પણ ગોળ હોય છે. દા.ત. એલચો (Bryophyllum).



આકૃતિ ૫૬

કોર, ધાર (Margin).

A. અખંડ (અછિન્ન, entire)—વડ (Banyan)

B. તરંગિત (wavy)—આસોપાલવ (Polyalthia)

C. આરાવત્ (કકચી, serrate)—ગુલાબ

D. ગોલદંતુરિત (કુંદદંતી)—એલચો

E. દંતુરિત (dentate, શ્વદંતી)—કુંવારપાઠું

F. કંટકરૂપ (spiny)—દારૂડી (Argemone)

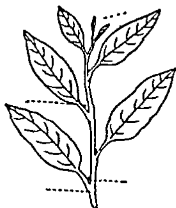
(ઘ) કંટમય (spiny) ધાર કાંટાવાળી હોય છે. બીજી રીતે જોઈએ તો દાંતાઓનું કાંટામાં રૂપાન્તર થયેલું હોય છે. દા.ત. દારુડી.

(ङ) વિશાલખંડિત (lobed) ધારમાં મોટા મોટા ખાંચા પડેલા હોય છે. આ ખાંચા પર્ણદલની મુખ્ય શિરા સુધી પહોચતા નથી. (મુખ્ય દલ સુધી ખાંચા પહોંચે તો પર્ણદલ આખું (અવિભાજિત) રહેવાને બદલે વિભાજિત થઈ જાય છે અને ખાંચાઓ ઉપપર્ણો બની પાન સંયુક્ત પર્ણ અથવા વિભાજિત પર્ણ (compound leaf, સંયુક્ત પર્ણ) કહેવાય છે.

પર્ણવિન્યાસ (Phyllotaxis–Arrangement of Leaves) પર્ણની પ્રકાંડ (stem) ઉપર ગોઠવણી.

પર્ણ એવી રીતે ગોઠવાયલાં હોય છે કે છોડને બને એટલો વધારે પ્રકાશ મળે જુદા જુદા પ્રકારની ગોઠવણીઓ જોવામાં આવે છે.

(૧) આંતરિત (એકાંતર, alternate) અથવા વલયાકૃતિ (સર્પિલ, spiral).



આકૃતિ ૫૭

એકાંતર (આંતરિત, સર્પિલ, વલયાકૃતિ, alternate or spiral) પર્ણવિન્યાસ— સીતાફળી (Anona)



આકૃતિ ૫૮

સ્વસ્તિક સંમુખ (ચતુષ્ક, opposite and decussate) પર્ણવિન્યાસ–આંકડો (Calotropis).

પ્રકાંડ ઉપર દરેક પર્વસંધી કે કાંડસંધી (node) આગળ એક જ પર્ણ લાગેલું હોય છે. અનેક ક્રમિક (consecutive) પર્વસંધીઓને પર્ણ એવી રીતે લાગેલાં હોય છે કે પ્રકાંડનાં પર્ણસંધી બિન્દુઓ (Points of attachment of leaves on to the stem)ને જોડતાં વલયાકૃતિ (Spiral, કમાન) બને છે. દા.ત. આંબો.

(૨) **સંમુખસ્થ, સંમુખી** (વિપરીત, opposite). પર્વસંધી આગળ સામસામા બે પર્ણ લાગેલા હોય છે.

(क) **સંમુખસ્થ** અને **આચ્છાદિત** અથવા **અધિષ્ઠિત** (opposite and superposed). ક્રમિક પર્ણયુગ્મો (Pairs of leaves) એકબીજાને સમાંતર હોય છે. દા.ત. મધુમાલતી.



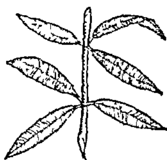
આકૃતિ ૫૯

A. સંમુખસ્થ અથવા વિપરીત (opposite) અને આચ્છાદિત અથવા અધિષ્ઠિત (superposed) પર્ણવિન્યાસ—મધુમાલતી Quisqualis)

B. મંડલિન પર્ણવિન્યાસ—સપ્તપર્ણી (Alstonia)

(ख) **સ્વસ્તિક સંમુખ, ચતુષ્ક** (opposite and decussate) સાથે સાથેની બે પર્વસંધી આગળ આવેલાં પર્ણયુગ્મો એકબીજા સાથે કાટખૂણે ગોઠવાયલાં હોય છે. દા.ત. આંકડો.

(૩) મંડલિત (ચક્રદાર, whorled) એક જ પર્વસંધી આગળ બેથી વધારે પર્ણ હોય છે. દા.ત. કરેણ, સપ્તપર્ણી. (આકૃતિ ૫૯B અને ૬૦)



મંડલિત (ચક્રદાર, whorled) પર્ણવિન્યાસ—કરેણ

આકૃતિ ૬૦

સરલ અને સંયુક્ત પર્ણો

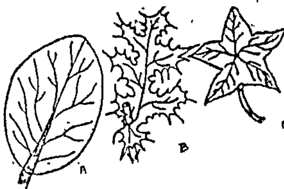
. પર્ણદલ (lamina) આખું (entire, one-piece) હોય છે અથવા ખાંચાઓ હોય છે તે મુખ્ય શિરા સુધી પહોંચેલા હોય છે–પર્ણદલનું પર્ણિકાઓ (Leaflets)માં વિભાજન થયેલું હોય છે. જો ખાંચાઓ મુખ્ય શિરા સુધી પહોંચેલા નહિ હોય તો પર્ણને આખું જ ગણવામાં આવે છે અને એવા પ્રકારના પર્ણ (આખા પર્ણદલવળાં પર્ણો) સરલ પર્ણ (simple leaves) કહેવાય છે. દા.ત. આંબો, વડ વગેરે.

જો પર્ણદલનું પર્ણિકાઓમાં વિભાજન થયેલું હોય છે તો પર્ણને વિભાજિત પર્ણ અથવા સંયુક્ત પર્ણ એટલે કે જેમાં પર્ણિકાઓ સંયુક્ત રીતે પર્ણદલ બનાવે છે (compound leaf) કહે છે. દા.ત. ગુલાબ, શંખાસુર વગેરે.

સરલ પર્ણ (simple leaf) અને પર્ણિકા (Leaflet of a compound leaf) વચ્ચે ઓળખવાની દૃષ્ટિએ મુખ્ય તફાવત એ છે કે સરલ પર્ણની કક્ષ (Axil)માં કલિકા (Bud) હોય છે જ્યારે પર્ણિકાની કક્ષમા કલિકા હોતી નથી.

વિભાજિત પર્ણના પ્રકાર

(૧) પિચ્છાકૃતિ (pinnate or pinnately compound leaves) વિભાજિત પર્ણ.



આકૃતિ ૬૧

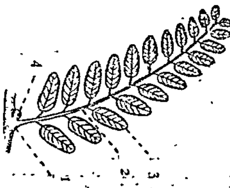
પર્ણ

A. સરલ અને અખંડ—વડ

B. સરલ ખંડો (lobes) પિચ્છાકારે છે. (Simple and pinnate)—દારૂડી (Argemone)

C. સરલ, ખંડો હસ્તાકારે ગોઠવાયલા છે—દીવેલો (Castor)

પર્ણિકાઓ પર્ણદલની મુખ્ય શિરાને આંતરિત રીતે (alternately) લાગેલી હોય છે એટલે પીંછા જેવો આકાર બને છે. દા.ત. ગરમાળો, ગુલાબ, ખાટી આમલી.



આકૃતિ ૬૨

પિચ્છાકૃતિ સમપર્ણિક વિભાજીત અથવા સંયુક્ત (paripinnately compound) પર્ણ–ખાટી આમલી (Tamarind)

1. પર્ણતલ 2. મધ્યસિરા 3. પર્ણિકા 4. કક્ષીય કલિકા (bud, મુકુલ)

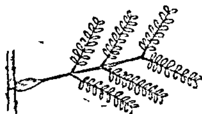
અગ્રભાગમાં પર્ણિકા એકાકી છે કે જોડમાં છે એના ઉપરથી પિચ્છાકૃતિ વિભાજિત પર્ણોના બે વર્ગો છે:

(क) **સમપર્ણિક** (સમદલી, સમપક્ષવત, સમપિચ્છકી, paripinnately compound) પર્ણાગ્રે પર્ણિકાયુગ્મ હોય છે. દા ત. આમલી અને ગરમાળો.

(ख) **વિષમપર્ણિક** વિષમદલી, અસમપક્ષવત (imparipinnately compound) પર્ણાગ્રે એક જ પર્ણિકા હોય છે—જોડ હોતી નથી. દા ત. ગુલાબ.

કેટલાક પિચ્છાકૃતિ વિભાજિત પર્ણમા પર્ણિકાનુ પણ પિચ્છાકૃતિ વિભાજન થયેલું હોય છે. આવાં પર્ણને

(ग) **દ્વિગુણ પિચ્છાકૃતિ** (દ્વિપક્ષવત Bipinnate Leaves) પર્ણ તરીકે ઓળખવામાં આવે છે. દા.ત. શંખાસુર.



દ્વિગુણપિચ્છાકૃતિ (bipinnately compound) પર્ણ—શંખાસુર (Caesalpinia).

આકૃતિ ૬૩

(૨) **હસ્તાકૃતિ વિભાજિત પર્ણ** (Palmately compound leaves).

આવાં પર્ણમાં હથેલીને લાગેલી આંગળીઓની જેમ પર્ણિકાઓ એક જ જગ્યાએ લાગેલી હોય છે.

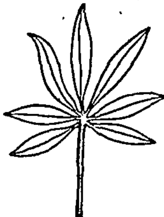
પર્ણિકાની સંખ્યા ઉપરથી આવાં પર્ણને

(क) દ્વિપર્ણિક (bifoliate), દા ત. હિંગોરી (Balanites).

(ख) ત્રિપર્ણિક (trifoliate), દા.ત. બીલી.

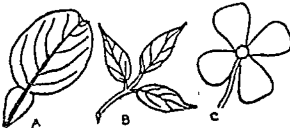
(ग) ચતુષ્પર્ણિક (quadrifoliate) દા ત. માર્સીલિયા.

(ઘ) પંચપર્ણિક (pentafoliate), દા.ત. તનમની. (Gynandropsis) વગેરે સંજ્ઞાઓ આપવામાં આવે છે. વધારે પર્ણિકાઓ હોય તો બહુપર્ણિક (Multifoliatc) કહેવાય છે. દા.ત. શીમળો.



બહુપર્ણિક સંયુક્ત (multifoliate or multifoliolate) પર્ણ — શીમળો (Bombax).

આકૃતિ ૬૪



આકૃતિ ૬૫

સંયુક્ત અથવા વિભાજિત (compound) પર્ણો.

A. એકપર્ણિક (unifoliate or unifoliolate)—લીંબડું

B. ત્રિપર્ણિક (trifoliate or trifoliolate)—બીલી (Aegle)

C. ચતુષ્પર્ણિક (quadrifoliate or quadrifoliolate) માર્સીલિયા (Marsilea).

કેટલાક દાખલાઓમાં પર્ણવૃન્ત અને પર્ણદલ વચ્ચે સાંધો (joint) હોય છે. એ બતાવે છે કે વિકાસ દરમિયાન આ સ્થળે એકથી વધારે પર્ણિકાઓ હતી પણ આખરે એક જ પર્ણિકા રહી છે. આવાં પર્ણ –

આવાં પર્ણ લીલાં અને મૃદુ હોતાં નથી પણ પાતળાં અને મજબૂત કે જાડાં અને કઠણદર (માંસલ) હોય છે અને એમનું મુખ્ય કાર્ય કલિકાનું રક્ષણ કરવાનું હોય છે. દા.ત. રસ્કસ.

(૪) પર્ણકલશ (ઘટપર્ણી, Pitcher). માંસભક્ષી કેટલીક વનસ્પતિનાં પાન કળશ જેવાં અથવા કોથળી જેવાં હોય છે. એમાં જીવજંતુ કે નાનાં પક્ષીઓ પડે છે તો તેઓ એ વનસ્પતિનો ભક્ષ્ય બની જાય છે.

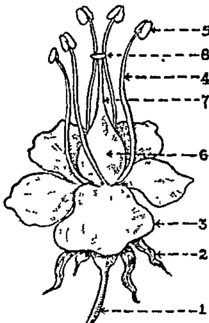
(૫) પર્ણકૂટ (Leaf trap)

કેટલીક માંસભક્ષી વનસ્પતિઓનાં પર્ણની રચના છટકાં (Trap) જેવી હોય છે. એવાં પર્ણ ઉપર જીવજંતુ બેસે છે તો સપડાઈ જાય છે અને વનસ્પતિનો ભક્ષ્ય બને છે.

પ્રકરણ ૧૦

પુષ્પ

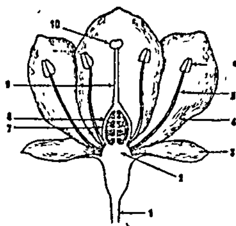
વનસ્પતિનો સૌથી વધારે જાણીતો અને લોકપ્રિય ભાગ ફૂલ(પુષ્પ) જ છે એમા શંકા નથી. આબાલવૃદ્ધ સૌને પુષ્પ પ્રિય લાગે છે અને કુદરતની કૃપાથી ગરીબ કે તવગર એમ સૌ કોઈ પુષ્પની મઝા માણી શકે એવી છૂટથી એ મળી શકે છે. કુદરતમા પુષ્પનુ સ્થાન ખાલી શોભા આપવા માટે નથી. પુષ્પ એ વનસ્પતિનું અતિ મહત્ત્વનું અંગ છે. એનું મુખ્ય કાર્ય તો પ્રજનન છે. તાત્ત્વિક રીતે જોઈએ તો પુષ્પ એ પ્રજનન કાર્ય માટે અનુરૂપ થયેલો પ્રરોહ (shoot adapted for reproduction) જ છે આ દૃષ્ટિએ પુષ્પના જુદા જુદા ભાગો રૂપાન્તરિત પર્ણો છે.



આકૃતિ ૬૭

પુષ્પના ભાગો

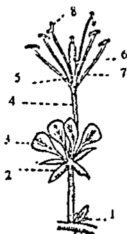
1. વૃન્ત (Stalk),
2. વજ્રપર્ણ (બાહ્યદલ, Sepal),
3. પુષ્પદલ (Petal),
4. પુંકેસર (Stamen),
5. પરાગકોષ (Anther),
6. બીજકાશય (અંડાશય, Ovary),
7. સ્ત્રીકેસરનલિકા (વર્તિકા, Style),
8. સ્ત્રીકેસરાગ્ર (વર્તિકાગ્ર Stigma), (6, 7, 8 મળીને સ્ત્રીકેસર (અંડપ, Carpel) કહેવાય છે. આકૃતિ ૬૮ જુઓ



આકૃતિ ૬૮

પુષ્પનો ઊભો છેદ

1. પુષ્પવૃન્ત (Pedicel)
2. પુષ્પાસન (Thalamus)
3. વજ્રપર્ણ
4. પુષ્પદલ
5. પુંકેસરદાંડી અથવા પુંકેસરવૃન્ત (Filament)
6. પરાગકોષ (5 અને 6 મળીને પુંકેસર કહેવાય છે.)
7. બીજકાશય (અંડાશય)
8. બીજક (બીજાંડ, Ovule)
9. સ્ત્રીકેસરનલિકા
10. સ્ત્રીકેસરાગ્ર (7, 8, 9 અને 10 મળીને સ્ત્રીકેસર કહેવાય છે.) આકૃતિ ૬૭ સાથે સરખાવો.



આકૃતિ ૬૯

તનમની

(Gynandropsis)

1. સહપત્ર (Bract)
2. વજ્ર (Calyx)
3. પુષ્પદલ
4. આવશ્યક મંડલો (Whorls)ને ઊંચે લઈ જતી અક્ષ
5. બીજકાશય (Ovary)ને ઊંચકતી અક્ષ
6. પુંકેસર
7. બીજકાશય
8. પરાગકોષ.

ઉત્ક્રાંતિક્રમમાં **પુષ્પધારી** વનસ્પતિઓ (Flowering plants or Phanerogams) અપુષ્પી (Cryptogamic) વનસ્પતિઓ કરતા ઉચ્ચ સ્થાને છે એટલે કે પુષ્પધારી અવસ્થા અપુષ્પી અવસ્થામાંથી ઉત્ક્રાંતિ પામી છે.

ભાગોની રચનાના હિસાબે પુષ્પો ઘણી જાતનાં હોય છે પણ સામાન્ય રીતે પુષ્પનાં ચાર જાતનાં ઉપાંગો હોય છે. દરેક જાતનાં ઉપાંગ મંડલાકારે (whorled or forming whorls) ગોઠવાયેલાં હોય છે અને બહારથી અંદરના ક્રમે નીચે પ્રમાણે ગોઠવણી હોય છે:

૧. **વજ્ર** (Calyx–બાહ્યદલપુંજ) એ સૌથી બહારનું **મંડલ** (Whorl) છે અને એનો દરેક એકમ **વજ્રદલ** (વજ્રપર્ણ Sepal) કહેવાય છે. એનું કાર્ય અંદરના ભાગોનું રક્ષણ (ખાસ કરીને કલિકાવસ્થામાં) કરવાનું છે. સામાન્ય રીતે વજ્રપર્ણ લીલા રંગનાં હોય છે.

વજ્રપર્ણો છૂટાં છે કે એકબીજા સાથે જોડાયલાં છે એ મુદ્દા ઉપર વજ્રપર્ણોને જુદી જુદી સંજ્ઞાઓ આપવામાં આવી છે.

(क) **પૃથક્વજ્ર** (પૃથક્બાહ્યદલીય, polysepalous Calyx) વજ્રપર્ણો છૂટા હોય છે. દા.ત. સીતાફળી.

(ख) **યુક્તવજ્ર** (gamosepalous Calyx) વજ્રપર્ણો એકબીજા જોડે જોડાયેલાં હોય છે અને કેટલીકવાર આવા જોડાણથી નળી જેવો આકાર થાય છે. દા.ત. ધંતુરો.

કેટલીકવાર વજ્રની બહારની બાજુએ ઝીણી ઝીણી પાંખડી જેવા ભાગો હોય છે. આવી રીતે બનતી રચનાને **તોરણ** (Corona) કહે છે. દા.ત. કરેણ.

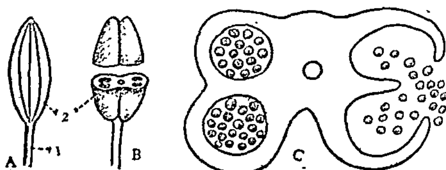
૨. **પુષ્પમુકુટ, ફૂલમણિ** (દલપુંજ, Corolla)

સામાન્ય રીતે આ મંડલ જ જે તે પુષ્પને એની વિશિષ્ટતા આપે છે. પુષ્પનો વિચાર કરતાં સામાન્ય માણસ આ ભાગનો જ વિચાર કરે છે. એના એકમોને પાંખડી કહે છે. એ એકમોનું શાસ્ત્રીય નામ પુષ્પદલ (Petal) આપી શકાય. પુષ્પદલો જો છૂટાં હોય તો ફૂલમણિને (क) **પૃથક્દલ** (polypetalous) દા.ત. ગુલાબ અને જોડાયેલા હોય તો (ख) **યુક્તદલ** (gamopetalous) કહી શકાય. દા.ત. ધંતુરો.

ફૂલમણિ ભાતભાતના રંગનાં અને વિવિધ આકારના હોય છે. ફૂલમણિનું મુખ્ય કાર્ય કીટકોને આકર્ષી તેમના દ્વારા પરાગનયન કરાવવાનું છે. જે વનસ્પતિઓમાં પવન દ્વારા પરાગનયન થાય છે તે સિવાયની બીજીઓમાં સામાન્ય રીતે ફૂલમણિ આકર્ષક રંગ અથવા સુવાસ અથવા બંને ધરાવે છે અને આ જ કારણે જનસમુદાયમાં પુષ્પ અને ફૂલમણિ એ એકબીજાના પર્યાય છે.

૩. પુંકેસરમંડળ (પુમંગ, Androecium)

પુષ્પરચનામાં ત્રીજું મંડળ પુંકેસરો (Stamens)નું છે. પુંકેસર દાંડી અથવા વૃન્ત (Stalk) અને **પરાગકોષ** અથવા **પરાગસંપુટ** (Anther)નો બનેલો છે. પરાગસંપુટમાં **પરાગ** (Pollen) હોય છે. **પરાગકણ** (Pollen grain)માંથી પુંલિંગકોષ (Male gamete or Male sexual cell) બને છે.



આકૃતિ ૭૦

પુંકેસરની રચના

A. પુંકેસર, B. પરાગકોષનો છેદ, C. પરિપક્વ પરાગકોષની આરપાર મૂકેલો છેદ—પરાગકણો નીકળતા દેખાય છે.

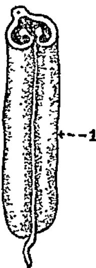
1. પુંકેસરવૃન્ત (દાંડી, Filament)
2. પરાગકોષ (પરાગસંપુટ).

૪. **સ્ત્રીકેસર મંડળ** (જાયાંગ, Gynaecium).

એ પુષ્પનું સૌથી અંદરનું મંડળ છે. એ મંડળ એક અથવા વધારે એકમોનું બનેલું છે અને એ એકમો **સ્ત્રીકેસર** (કિંજલ્ક, અંડપ, Carpel)

નામથી ઓળખાય છે. **બીજાશય** (અંડાશય, Ovary), **સ્ત્રીકેસર-નલિકા** (વર્તિકા, Style) અને **સ્ત્રીકેસરાગ્ર** (વર્તિકાગ્ર, Stigma) એ સ્ત્રીકેસરના ભાગો છે. બીજાશયમાં **બીજક** (આદિબીજ, બીજાંડ, Ovule) હોય છે. બીજકમાંના **સ્ત્રીલિંગકોષ** (Female gamete અને Female sex cell) સાથે સંયોગ થતાં ફલીકરણ (Fertilization) થાય છે અને **બીજ** (Seed) વિકાસ પામે છે. સ્ત્રીકેસરાગ્ર ઉપર પડતા પરાગકણો એની સપાટી ઉપર ચોંટી જાય છે અને પછી એમનું અંકુરણ થાય છે. અંકુરણને લીધે વિકસતી **પરાગનલિકા** (Pollen tube) સ્ત્રીકેસરનલિકા દ્વારા બીજકમાં પહોંચે છે. પરાગનલિકામાંથી પુંલિંગકોષ બહાર નીકળે છે અને સ્ત્રીલિંગકોષ સાથે સંયોગ પામે છે.





આકૃતિ ૭૧
વટાણાનું સ્ત્રીકેસર-મંડળ અથવા જાયાંગ (Gynaecium).
1. વચ્ચે કાપ મૂકેલું બીજકાશય (અંડાશય),
2. સ્ત્રીકેસરનલિકા,
3. સ્ત્રીકેસરાગ્ર.

સ્ત્રીકેસરોની સંખ્યા અને એ એકબીજાથી છૂટાં છે કે જોડાયેલાં એ મુદ્દા ઉપર સ્ત્રીકેસરમંડલને જુદી જુદી સંજ્ઞાઓ આપવામાં આવે છે.

(ક) **એકસ્ત્રીકેસરી** (એકાંડપી, monocarpellary)

(ખ) **અનેકસ્ત્રીકેસરી** (પૃથક્અંડપી, polycarpellary)

(૧) પૃથક્સ્ત્રીકેસરી (વિયુક્તાંડપી, apocarpous)

(૨) **યુક્તસ્ત્રીકેસરી** (યુક્તાંડપી, syncarpous)

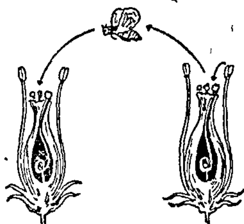
ઉપર વર્ણવેલાં ચારે મંડલોવાળું પુષ્પ **સંપૂર્ણ** (complete) કહેવાય છે જ્યારે એકાદ મંડળ ખૂટતું હોય તો પુષ્પને **અપૂર્ણ** (incomplete) કહે છે.

પુંકેસરમંડલ અને સ્ત્રીકેસરમંડલ એ **આવશ્યક** મંડલો (essential whorls) તરીકે ઓળખાય છે કારણ કે પુષ્પનું મુખ્ય કાર્ય પ્રજનનનું છે અને પુંલિંગકોષ અને સ્ત્રીલિંગકોષ આ મંડલોમાં ઉદ્ભવે છે. વજ્ર અને ફૂલમણિ **અનાવશ્યક** (non-essential) મંડલો કહેવાય છે.

પુંકેસરમંડલ અને સ્ત્રીકેસરમંડલ બંને જેમાં હોય એવા પુષ્પને **દ્વિલિંગી** (bisexual or hermaphrodite) કહે છે જ્યારે એમાંથી એક જ મંડલવાળા પુષ્પને **એકલિંગી** (unisexual) કહે છે. એકલિંગી પુષ્પોમાં સ્ત્રીકેસરમંડલયુક્ત પુષ્પો **સ્ત્રીકેસરી** (pistillate) અને પુંકેસરમંડલયુક્ત પુષ્પો **પુંકેસરી** (staminate) કહેવાય છે. કેટલીક વનસ્પતિઓમાં સ્ત્રીકેસરી અને પુંકેસરી પુષ્પો એક જ છોડ ઉપર થાય છે. આવી વનસ્પતિઓ **એકગૃહી** (ઉભય-લિંગાશ્રયી, monoecious—બંને જાતિઓ—Sexes એક જ ગૃહ—છોડ–માં છે એ અર્થમાં) અને જે વનસ્પતિઓમાં પુંકેસરી અને સ્ત્રીકેસરી પુષ્પો જુદા જુદા છોડ ઉપર થાય છે તેમને **દ્વિગૃહી** (એકલિંગાશ્રયી, dioecious જેમાં બંને જાતિઓ—Sexes—જુદા જુદા ગૃહ—છોડ–માં છે) અથવા **પૃથક્ગૃહી** કહે છે.

પરાગનયન (Pollination—પરાગસિંચન, પરાગણું)

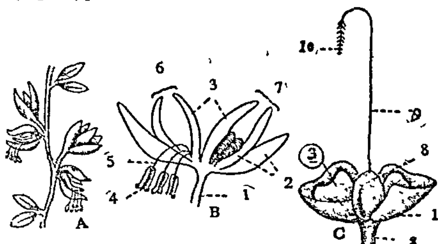
બીજકમાંથી બીજ બંધાવા માટે પુંલિંગકોષ અને સ્ત્રીલિંગકોષનો સંયોગ આવશ્યક છે. એનો અર્થ એ થયો કે પુંકેસરમાંથી પરાગકણો તે જ ફૂલના કે તે જ જાતિના બીજા ફૂલના સ્ત્રીકેસરાગ્ર સુધી પહોંચવા જોઈએ.



પરાગણુ (પરાગનયન, પરાગસિંચન, Pollination) અહીં મધ્યસ્થ (Agent) તરીકે કીટ (Insect) બતાવેલું છે.

આકૃતિ ૭૨

પરાગકણોને સ્ત્રીકેસરાગ્ર સુધી પહોંચાડવાની ક્રિયાને **પરાગનયન** (Pollination) કહે છે કેટલીક જાતિઓમાં પરાગકણો બહુ હલકા અને મોટી સંખ્યામાં હોય છે. આવી જાતિઓમાં પરાગનયન પવન દ્વારા થાય છે એટલે આવી જાતિઓ **પવનપરાગિત** (વાયુપરાગિત, wind pollinated) કહેવાય છે. ઘણી જાતિઓમાં પરાગનયન કીટકો (Insect) દ્વારા થાય છે. આવી જાતિઓ **કીટકપરાગિત** (insect pollinated) કહેવાય છે. પવન અને કીટક સિવાય પક્ષીઓ વગેરે પણ **મધ્યસ્થી** (Agent)નું કામ કરે છે.



આકૃતિ ७३

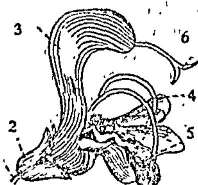
મકાઈનાં પુષ્પો

A. પુકેસરી મંજરી (Inflorescence)નો ભાગ,

B. પુંકેસરી (staminate) પુષ્પો,

C. સ્ત્રીકેસરી (pistillate) પુષ્પો.

1. વૃન્ત, 2. સહપત્રો, 3. પુષ્પી સહપત્ર (flowering bracts), 4. પરાગકોષ, 5. પુકેસરવૃન્ત, 6. પરિપક્વ પુકેસરી, પુષ્પ 7. અણખીલ્યું પુષ્પ, 8. અંડાશય, 9. સ્ત્રીકેસરનલિકા (વર્તિકા), 10. પિચ્છસદશ (feathery), સ્ત્રીકેસરાગ્ર. (આ પુષ્પોમાં વજ્ર (Calyx) અને પુષ્પમુકુટ (Corolla) હોતાં નથી; આવશ્યક ભાગોનું રક્ષણ સહપત્રોથી થાય છે.)



આકૃતિ ૭૪
કીટપરાગણ (Insect pollination)

1. વૃન્ત, 2. વજ્ર, 3. પુષ્પ-મુકુટ, 4. પુંકેસર, 5. પરાગકોષ, 6. સ્ત્રીકેસરાગ્ર.

જ્યારે મધમાખી પુષ્પમાંથી મધ ચૂસવા પ્રવેશે છે ત્યારે પુંકેસર નીચલી તરફ વળીને મધમાખીની પીઠને લાગે છે જેથી પીઠ પરાગકણોથી છવાઈ જાય છે. આવી પીઠના સંસર્ગમાં સ્ત્રીકેસરાગ્ર આવવાથી પરાગણ (પરાગનયન) થાય છે,

પરાગનયન કરતો કીટક કે પક્ષી જેવો મધ્યસ્થી કંઈ પરોપકારી વૃત્તિથી પ્રેરાઈને પરાગનયન કરતો નથી. એ તો ફૂલમાંથી ખોરાક માટે પરાગ અથવા મધ લેવા આવે છે અને એવાં પુષ્પની રચના જ એવી હોય છે કે પોતાનો અર્થ સાધી ફૂલને છોડતી વખતે મધ્યસ્થીને શરીરે પરાગકણો ચોંટી જાય છે અને જ્યારે મધ્યસ્થી એ જ કામે બીજા ફૂલ ઉપર જાય છે ત્યારે તે બીજા ફૂલના સ્ત્રીકેસરાગ્ર ઉપર આ પરાગકણો પડે છે. આમ મધ્યસ્થીની જાણ, ઇચ્છા કે કૃપા વિના જ પરાગનયન થાય છે. મનુષ્યમાં વિવેકબુદ્ધિ (Power of reasoning) સારી રીતે ખીલેલી હોઈ મનુષ્ય ઘણી વાર સજ્ઞાન રીતે પરાગનયન માટે મધ્યસ્થી બને છે. હજારો વર્ષ જૂનાં એસીરિયન ખંડેરોમાં પણ ખજૂરી (Date Palm)ના વૃક્ષોમાં પરાગનયન કરતા માનવીની મૂર્તિઓ મળી છે.

કીટક કે પક્ષી પરાગિત પુષ્પોની રચના, એની ઉત્ક્રાંતિ અને પુષ્પ તથા મધ્યસ્થીનો સંબંધ એ બહુ રસિક વિષય છે અને એ વિષયમાં ઘણું લખાયું છે.

પવનપરાગિત જાતિઓનાં ફૂલો સામાન્ય રીતે નાનાં અને ખાસ ધ્યાન નહિ ખેંચાય એવાં હોય છે અને એમનામાં પુષ્કળ પ્રમાણમાં પરાગ થાય છે. તૃણવર્ગ (Grasses)ની વનસ્પતિઓમાં સામાન્ય રીતે પરાગનયન આ રીતે થાય છે.

મોટે ભાગે કુદરતમાં એવી ગોઠવણ હોય છે કે એક એક છોડનાં ફૂલમાં

તે જ છોડના પરાગથી ફલીકરણ (ફલન, Fertilization) થતું નથી. જો કે ઘણી જાતિઓમા સ્વપરાગસિંચન (self pollination, સ્વપરાગનયન) પણ થાય છે.

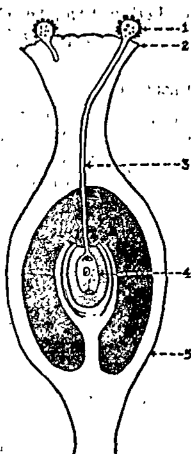
બીજધારણ (ફલીકરણ, ફલન, Fertilization)

જાતિસાતત્ય (Continuity of Species) માટે લિંગી પ્રજનન એ એક રસ્તો છે. લિંગી પ્રજનનમાં પુંલિંગીકોષ અને સ્ત્રીલિંગીકોષનો સંયોગ થાય છે. આ ક્રિયાને ફલન (Fertilization) કહે છે. પુલિંગ કોષ વડે ફલિત (fertilized) થયા પછી સ્ત્રીલિંગકોષ ફલિતકોષ (Zygote) કહેવાય છે અને ફલિતકોષનો વિકાસ થઈ ભ્રૂણ અથવા ગર્ભ (Embryo) બને છે. સપુષ્પ વનસ્પતિઓમા આ ભ્રૂણ બીજક (Ovule)મા બંધાય છે. એટલે કે ફલન થયા પછી બીજક બીજ (Seed) બને છે.

ફલનની ક્રિયા આપણે વિગતવાર જોઈએ બીજાશય (Ovary)માં એક કે વધારે બીજકો (Ovules) હોય છે. બીજકની રચનામા મધ્યમાં ગર્ભકોષ (Embryo Sac Cell, ભ્રૂણકોષ) હોય છે. શરૂઆતમા ગર્ભકોષમા એક જ કોષકેન્દ્ર હોય છે પણ પછીથી એનું ત્રણ વાર વિભાજન થઈ આઠ કોષકેન્દ્રો થાય છે; પણ એ કોષકેન્દ્રો મૂળકોષમા જ રહે છે, એટલે કે એમની વચ્ચે કોષકવચ (Cell Walls) બંધાતાં નથી—આમ ૮ કોષકેન્દ્ર-વાળો ગર્ભકોષ તૈયાર થાય છે.

ગર્ભકોષની આજુબાજુ પરિપુષ્ક (Nucellus બીજદેહ, બીજાંડ-કાય) હોય છે. આ પરિપુષ્ક ઉપર બે આવરણો હોય છે—અંતરાવરણ (Integumentum internum) અને બાહ્યાવરણ (Integumentum externum). આ આવરણો પરિપુષ્કને પૂરેપૂરું ઢાંકી દેતા નથી પણ પરિપુષ્કનો થોડો ભાગ અનાચ્છાદિત રહે છે. આ ભાગને બીજરન્ધ્ર (બીજાંડદ્વાર, Micropyle) કહે છે (કારણ કે બીજાંકુરણ વખતે આ જગ્યાએથી આદિમૂળ બહાર આવે છે)

સ્ત્રીકેસરાગ્ર ઉપર પડેલો પરાગકણ અંકુરિત થાય છે અને એ રીતે બનેલી પરાગનલિકા સ્ત્રીકેસરનલિકામા બીજાશય તરફ આગળ વધે છે. બીજાશયમા એક કે વધારે બીજકો હોય છે તે આપણે આગળ નોધ્યું છે. પરાગનલિકા આગળ વધતી બીજકમા બીજરન્ધ્ર દ્વારા પ્રવેશે છે. આ દરમિયાન પરાગનલિકામા બે કોષકેન્દ્રો તૈયાર થયા હોય છે.



બીજાંડ (બીજક, Ovule)ની રચના

1. સ્ત્રીકેસરાગ્ર ઉપર અંકુરણ પામતા પરાગકણો,

2. સ્ત્રીકેસરાગ્ર,

3. પરાગનલિકા (Pollen tube),

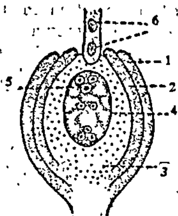
4. બીજાંડ (બીજક),

5. અંડાશય (બીજકાશય), ભિત્તી અથવા અંડાશયની દીવાલ કે આવરણ (Wall of the ovary).

આકૃતિ ૭૫

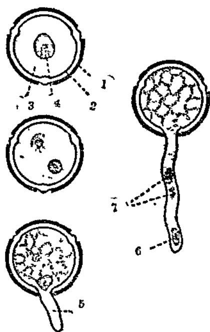
નિષેચન (Fertilisation) સમયે બીજક (Ovule) કેવું દેખાય છે તે.

1. બાહ્ય બીજકાવરણ (Integumentum externum), 2. અંતઃબીજકાવરણ (Integumentum internum), 3. બીજકદેહ (બીજાંડકાય, Nucellus), 4 ભ્રૂણકોષ (ભ્રૂણધાની, Embryo Sac), 5. અંડકોષ (Egg cell), 6. પુમણુકોષો (Sperm cells), જેઓ પરાગનલિકાના અગ્રભાગમાં દેખાય છે.



આકૃતિ ૭૬

હવે પાછા આપણે ગર્ભકોષની રચના વધારે વિગતવાર જોઈએ. ગર્ભકોષમાં આઠ કોષકેન્દ્ર બનેલાં હોય છે તે આપણે ઉપર જોયું. આ આઠ કોષકેન્દ્રો હવે અમુક ચોક્કસ રીતે ગોઠવાય છે. એમાંનાં ત્રણ ગર્ભકોષના બીજરન્ધ્ર તરફના છેડા તરફ ગોઠવાય છે; એ ત્રણમાંથી એક સ્ત્રીલિંગકોષ બને છે અને બાકીના બે સહાયક કોષ (Help cells; Synergides). સામેને છેડે (જેને અંગ્રેજીમાં Antipodal End કહે છે) ત્રણ કેન્દ્રો ગોઠવાય છે. એમને **પ્રતિધ્રુવકોષો** (પ્રતિમુખ કોષિકા, Antipodal Cells) કહે છે. બાકી રહેલાં બે કેન્દ્રો ગર્ભકોષની વચ્ચે રહે છે અને એકબીજા સાથે સંયોગ પામી **ગૌણકેન્દ્ર** (Secondary Nucleus) બનાવે છે.



આકૃતિ ૭૭

પરાગકણ અંકુરણ (Pollen germination)

1, 2. પરાગણકવચ,
3. કોષદ્રવ્ય,
4. કોષકેન્દ્રક,
5. પરાગનલિકા,
6. નલિકાકેન્દ્રક (Tube Nucleus),
7. પુમણુંકેન્દ્રકો (Sperm Nuclei) કોષકેન્દ્રકનું વિભાજન થઈને બનેલાં બે કેન્દ્રકોમાંનું એક એ દરમિયાન બનેલી પરાગનલિકામા વિભાજન પામી તેમાંથી બે પુમણુ કેન્દ્રકો બને છે.

પરાગનલિકા ગર્ભકોષમાં પ્રવેશી ફાટે છે અને એમા તૈયાર થયેલા બે કોષકેન્દ્રોમાંનું એક પુલિંગ કોષ તરીકે સ્ત્રીલિંગ કોષ સાથે સંયોગ પામે છે. સહાયકકોષોનું વિઘટન (Disorganization) થાય છે અને એ રીતે બનેલું પ્રવાહી આ સંયોગક્રિયામાં મદદરૂપ થાય છે, (આ કારણે જ સહાયક કોષોને

એમનું નામ અપાયું છે.) સહાયક કોષો અને સ્ત્રીલિંગકોષની ત્રિપુટીને **અંડસાધન** અથવા **અંડપરિવાર** (અંડસમુચ્ચય, Egg-Apparatus) કહે છે. પરાગનલિકાના ઉપરોક્ત કોષકેન્દ્રને **જનનકોષકેન્દ્ર** (Generative Nucleus) પણ કહે છે. પરાગનલિકાનું બીજું કેન્દ્ર ગૌણકેન્દ્ર સાથે સંયોગ પામે છે અને એ રીતે ત્રણ (ગર્ભકોષમાંના બે અને પરાગનલિકામાંથી એક) કોષોના સંયોગથી જે કેન્દ્ર તૈયાર થાય છે તેને **પુષ્કકેન્દ્ર** (Endosperm Nucleus) કહે છે કારણ કે તેમાંથી બીજનું પુષ્ક (Endosperm) તૈયાર થાય છે. પુષ્કકેન્દ્ર ત્રણ કોષકેન્દ્રોના સંયોગથી થાય છે એ વાત ધ્યાનમાં રાખવી જોઈએ.

આ રીતે આપણે જોયું કે ફલન ક્રિયામાં પરાગનલિકામાંનાં બે કોષકેન્દ્રોના સ્ત્રીલિંગકોષ અને ગૌણકેન્દ્ર સાથે સંયોગ થાય છે. આ આખી ક્રિયા **દ્વિફલન**(Double Fertilization)ના નામથી ઓળખાય છે.

પુંલિંગકોષ અને સ્ત્રીલિંગકોષના સંયોગથી ફલિતકોષ (Zygote) તૈયાર થાય છે અને આ ફલિતકોષ વૃદ્ધિ (Growth) અને વિકાસ (Development) પામી એમાંથી ભ્રૂણ (Embryo) થાય છે. ભ્રૂણવાળું બીજક બીજ કહેવાય છે.

બીજધારણની ક્રિયાને ફલ બંધાવા સાથે સંબંધ છે. બીજમાંથી કેટલાક સ્રાવ નીકળે છે જે બીજાશયને ઉત્તેજિત કરે છે અને એથી બીજાશય વૃદ્ધિ-વિકાસ પામે છે અને એ રીતે પરિપક્વ થયેલું બીજાશય તે ફલ (Fruit).

બીજમાંનો ભ્રૂણ કેટલોક સમય સુષુપ્ત અવસ્થામાં રહે છે અને યોગ્ય સમય અને તક મળતાં તે ક્રિયાશીલ થઈ વધે છે. આમ થવું તેને **બીજાંકુરણ** (Germination of seed) કહે છે. આ રીતે બીજમાંથી નવી પેઢી (Generation)નો છોડ થાય છે.

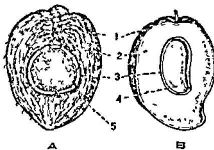
પ્રકરણ ૧૧

ફલ અને બીજ

પુષ્પવાળા પ્રકરણમાં આપણે જોયું કે ફલન થયા પછી બીજકમાંથી બીજ બને છે અને બીજાશયનું ફલમાં રૂપાન્તર થાય છે. હવે આપણે ફલ અને બીજના વિવિધ પ્રકારો જોઈએ.

ફલની ઉત્પત્તિથી અનભિજ્ઞ લોકોના મનમાં ફળ વિષેનો ખ્યાલ જરા જુદો હોય છે. એમને મન ફળ એટલે રસાળ અને માવાદાર અને સામાન્ય રીતે સ્વાદે મીઠી એવી વનસ્પતિ ઉપર થતી ચીજો. એ રીતે આવા લોકો કેળાં, કેરી, નારંગી, દ્રાક્ષ, નાળીએર, પપૈયુ વગેરેને જ ફળ તરીકે ઓળખે છે. શાસ્ત્રીય રીતે વિચારીએ તો કોઈ પણ વનસ્પતિના ફુલના પરિપક્વ બીજાશયને 'ફળ' કહેવાય. આ રીતે એલચી, ધાણા, જીરૂ, મરી વગેરે મસાલાની ચીજો અને કારેલાં, દુધી, પાપડી, પરવળ, ટામેટાં વગેરે શાકભાજી તેમજ ઘઉં, ડાંગર, જુવાર, બાજરી, જવ વગેરે ધાન્ય ફળના જ પ્રકારો છે.

ફળની રચનાનો સામાન્ય નકશો (General Plan of the Structure of Fruit).



આકૃતિ ૭૮

ફલરચના

A. નાળિયેર, B. કેરી, બંનેના ઊભા છેદો બતાવાયા છે.

1. બાહ્યફલાવરણ (Epicarp)
2. મધ્યફલાવરણ (Mesocarp)
3. અંતઃફલાવરણ (Endocarp)
4. બીજ
5. ભ્રૂણપોષક (Endosperm).

બીજાશયની દિવાલ અથવા આવરણ (Ovary Wall) ફલાવરણ (ફલભિત્તિ, Pericarp) બને છે અને અંદર એક કે અનેક બીજ હોય છે. ફલાવરણ સામાન્ય રીતે ત્રણ પડ—સ્તર—નું બનેલું હોય છે. બહારનો સ્તર

બાહ્યસ્તર (બાહ્યકવચ, બાહ્યફલભિત્તિ, Epicarp), તદ્દન અંદરનો સ્તર **અંતરસ્તર** (અંતરકવચ, અંતઃ-ફલભિત્તિ, Endocarp), અને વચ્ચેનો સ્તર **મધ્યસ્તર** (મધ્યકવચ, મધ્યફલભિત્તિ, Mesocarp). કેરીનો દાખલો લઈએ તો ગોટલી એ બીજ છે; કારણ ગોટલો ફલાવરણનો અંતરસ્તર છે, છાલ બાહ્યસ્તર છે અને અંદરનો ગર જે આપણે કાપીને અથવા ચુસીને ખાઈએ છીએ તે ફલાવરણનો મધ્યસ્તર છે.

ફળનું કાર્ય (Function). અંદરના બીજનું રક્ષણ અને બીજના **વિકિરણ** (પ્રકીર્ણન, પરિક્ષેપણ, Dispersal)માં મદદરુપ થવું એ ફળનું મુખ્ય કાર્ય છે.

ફળોનું વર્ગીકરણ (Classification of Fruits). ફળોનું સરળ વર્ગીકરણ આ પ્રમાણે કરી શકાય: (આકૃતિઓ ૭૮, ૭૮ A ૭૮ B, ૭૮ C, ૭૯)

૧. **રસાલ** (રસાળ, રસદાર, સરસ (સ-રસ) અથવા માવાદાર, પીવર, succulent, fleshy).

દા.ત. કેરી, કેળાં, પપૈયું, નારંગી, સફરજન, ફાલસાં, જાંબુ, જામફળ વગેરે.

૨. **શુષ્ક** (સૂકાં, dry).

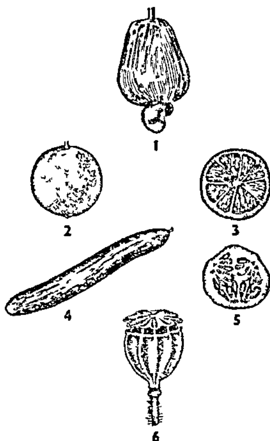
દા.ત. કઠોળ વર્ગની કેટલીક સીંગો, નાળીએર, ધાન્ય-ઘઉં, ડાંગર, બાજરી વગેરેના દાણા.

શુષ્ક વર્ગના બે ઉપવર્ગો:

(क) **સ્ફોટનશીલ** (સ્ફોટી, dehiscent) જે શુષ્ક ફળ જાતે—કુદરતી રીતે—ફાટે છે અને એ રીતે અંદરનાં બીજ બહાર આવે છે. દા.ત. ખસખસનો ડોડો, કપાસનું જીંડવું, દીવેલીનાં જીંડવાં, ભીંડાની સીંગ વગેરે.

(ख) **અસ્ફોટનશીલ** (અસ્ફોટી, indehiscent) જે ફળો જાતે ફાટતાં નથી. દા.ત. ધાન્યો, નાળીએર, ગરમાળાની સીંગ.

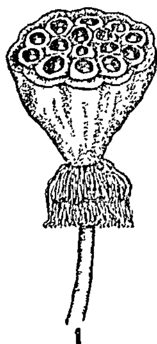
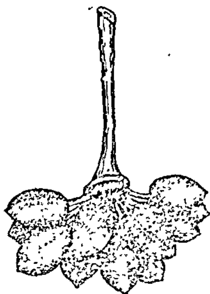
વર્ગીકરણ કરતી વખતે ધ્યાનમાં રાખવું કે ફળ પરિપક્વ (mature)



આકૃતિ ૭૮ A

ફળો

1. કાજુ (Cashew nut)
2. નારંગી (Orange)
3. નારંગીનો આડો છેદ
4 કાકડી (Cucumber)
5 કાકડીનો આડો છેદ
6. પોસડોડા (Poppy capsule)

આકૃતિ ૭૮ B

ફળો

1. કમળકાકડી (કમળ), (Nelumboનું ફળ)
2. આસોપાલવ (Polyalthia)નું પુંજફલ.

થયા પછી એને જે તે વર્ગમાં મૂકવામાં આવે છે અને રસાલ કે શુષ્ક વર્ગનું છે એ ફળના ફલાવરણ (Pericarp) ઉપરથી નક્કી કરવામાં આવે છે.

ફળોનું વર્ગીકરણ બીજી રીતે પણ કરવામાં આવે છે. ફળમાં કેટલાં બીજાશયો (Ovaries) સમાયલાં છે એટલે કે એ એક કે વધારે બીજાશયો અથવા અંડપો (બીજક પત્રો Carpels)નું બનેલું છે એ મુદ્દા ઉપર ફળોના ત્રણ વર્ગ પાડવામાં આવ્યા છે:—

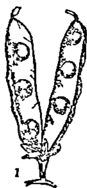
(૧) એકલ ફળો (Simple Fruits).

એકાંડપી (Simple Ovary) કે સંયુક્ત બીજાશયમાંથી એક જ પુષ્પમાંથી બનેલાં ફળો દા.ત. મકાઈના દાણા (જે ખરેખર ફળ છે), કાજુ, કઠોળ વર્ગની સીંગો, ભીંડા, પોસડોડા, બોર, કેરી, નારંગી વગેરે.

આકૃતિ ૭૮ C

ફળો

1. શેતૂર (Mulberry), 2. અનેનાસ (Pineapple)







કેટલાક સ્ફૂટનશીલ ફળો

1 વટાણાની સીંગ

2 હીબીસ્કસ

3 બાલ્સમ

આકૃતિ ૭૯

(૨) પુંજ ફળો (Aggregate Fruits).

એક જ ફૂલના પૃથક્સ્ત્રીકેસરી (વિયુક્તાંડપી) સ્ત્રીકેસરમંડળ અથવા બાયાંગ (Apocarpous Pistfil)માંથી બનેલા ફળને પુંજફલ કહે છે. દા.ત. સીતાફળ, કમળનું પુંજફળ, ગોરવેલ વગેરે.

(૩) સંગ્રથિત ફળો (Composite Fruits).

મંજરી (પુષ્પક્રમ, Inflorescence)માંના ઘણાં ફૂલોનાં બીજાશયોમાંથી બનેલાં ફળો આ વર્ગમાં મૂકાય છે. દા.ત. અનેનાસ, શેતુર વગેરે.

કેટલાંક પરિચિત ફળો સંબંધી વિચાર કરીએઃ

મકાઈનો દાણો (કેરીઓપ્સીસ Caryopsis પ્રકારનું ફળ).

વનસ્પતિશાસ્ત્રથી અનભિજ્ઞ લોકો સામાન્ય રીતે મકાઈના દાણાને 'બીજ' ગણે છે પરંતુ શાસ્ત્રીય દૃષ્ટિએ એ એવું ફળ છે કે જે એકાંડપી, એકબીજી, ઉર્ધ્વસ્થિત (superior એટલે કે જેમાં બીજાશય પુષ્પના બીજા ભાગોથી વધારે ઊંચે હોય છે) બીજાશયમાંથી બનેલું ફળ છે, જેમાં ફલાવરણ (Pericarp) શુષ્ક, પાતળું અને બીજાવરણ (Testa) સાથે છૂટું ન ન પડી શકે એવી રીતે ચોંટેલું હોય છે. ઘઉં, જુવાર, બાજરી વગેરેના દાણા આ પ્રકારનાં ફળોનાં બીજાં ઉદાહરણો છે.

કાજુ (Cashew nut 'નટ' પ્રકારનું ફળ)

જે શુષ્ક (dry) ફળો બહુઅંડપી (polycarpellary) બીજાશયમાંથી બનેલાં હોય છે (પરંતુ ઘણીવાર એકબીજી હોય છે) અને જેમનું ફલાવરણ અસ્ફૂટનશીલ અને કઠિન અને કાષ્ઠવત હોય છે તેમને નટ (Nut) કહેવામાં આવે છે. કાજુ આ પ્રકારનું ફળ છે. બજારમાં જે કાજુના ફળ તરીકે પોચી રસાળ વસ્તુ વેચાય છે તે શાસ્ત્રીય રીતે ફળ નથી પરંતુ ફળની નીચેનો ભાગ પુષ્પાસન છે. જે છાલવાળાં "કાજુ" નામથી વેચાય છે તે ખરેખરાં "ફળ" છે. નટ પ્રકારનાં ફળોનાં બીજાં ઉદાહરણોમાં ઓક અને હેઝલનટનાં ફળો આવે. અંગ્રેજીમાં "વૉલ્નટ" (અખરોટ) અને "કોકોનટ" (નાળિયેર) નામે ઓળખાતાં ફળો નટ વર્ગનાં નથી.

બોર, કેરી અને શ્રીફળ (નાળિયેર) એ અષ્ઠિલ અથવા ગોટલીદાર (Drupe) પ્રકારનાં ફળોનાં ઉદાહરણો છે. આ ફળોનું પ્રધાન લક્ષણ એ

છે કે એમાં ફલાવરણ (Pericarp)ના સ્પષ્ટ એવા ત્રણ ભાગ પડે છે: બહિર્ફલાવરણ (Epicarp, મધ્યફલાવરણ (Mesocarp) અને અંતઃફલાવરણ (Endocarp). અષ્ઠિફલો અસ્ફૂટનશીલ અને સામાન્યતઃ એકબીજી હોય છે.

કેરી (Mango)માં છાલ એ બહિર્ફલાવરણ છે અને બી (ગોટલી) ઉપરનો સખત ગોટલો એ અંતઃફલાવરણ છે જ્યારે એ બે આવરણોની વચ્ચેનો રસાળ ખાદ્ય ભાગ એ મધ્યફલાવરણ છે.

શ્રીફળ (નાળિયેર, Coconut)માં મધ્યફલાવરણ (Mesocarp) એ રસાળ નથી પરંતુ રેસામય છે. આવા ફળોને **રેસાવાન અષ્ઠિફલો** (Fibrous Drupes) પણ કહે છે.

ટમેટાં, કાકડી, સફરજન અને નારંગી એ **બેરી** અથવા **રસાલફલ** (**Berry** or **Bacca**) પ્રકારનાં ફળો છે. આવાં ફળો સામાન્યતઃ યુક્તાંડપી (syncarpous) ફળો છે અને એમાં બહારની છાલ સિવાયનું આખું ફલાવરણ રસાળ અને માવાદાર હોય છે.

કાકડી (Cucumber) એ **પેપો** (Pepo) પ્રકારના બેરી (રસાલફલ)નું ઉદાહરણ છે. એમાં ગર મુખ્યત્વે બીજાંડાસનો (બીજકાસનો Placentas)માંથી બનેલો હોય છે.

નારંગી (Orange) એ બહુકોષ્ઠી (Multilocular) ઊર્ધ્વસ્થિત બીજાંડાશયમાંથી બનેલું રસાલફલ છે. એમાં બહારની રંગીન છાલ એ બહિરાવરણ, અંદરનો પોચો સફેદ ભાગ તે મધ્યાવરણ અને પેશીઓ અથવા ચીરીઓ વચ્ચેના પાતળા કાગળ જેવા પડદાઓરૂપી અંતરાવરણ છે. ગર અંતઃફલાવરણમાંથી બનેલો હોય છે. આવાં રસાલફલોને " હેસ્પીરીડિયમ (Hesperidium) કહે છે.

સફરજન (Apple) એ રસાલફલ (બેરી)ને મળતું ***આભાસીફલ*** (Pseudocarp) છે. એમાં ગર પુષ્પાસન (Thalamus)માંથી બનેલો હોય છે. સ્ત્રીકેસરો ફળના મધ્યભાગમાં રહેલાં હોય છે. બીજાં બેરીઓ અને આ પ્રકારનાં ફળો વચ્ચેનો મુખ્ય તફાવત એ છે કે ગર મુખ્યત્વે ફલાવરણમાંથી બનેલો નથી હોતો.

ચોળી, ગવારસીંગ, વટાણા (Pea) અને મગફળી (ભોંયસીંગ, Groundnut) એ **શીંબ** (Legume) નામે ઓળખાતા ફલપ્રકારનાં ઉદાહરણો છે. આવાં ફળો શુષ્ક, એકસ્ત્રીકેસરી અને એક- યા અનેક-બીજી હોય છે અને બંને સાંધાએ (સાંધો Suture) ફાટે છે.

ભીંડા (Lady's finger), પોસદોડા (Poppy) અને કપાસનું જીંડવું (Cotton Boll) એ **સંપુટિકા** (કેપ્સુલ, Capsule) પ્રકારનાં ફળો છે. એ ફળો શુષ્ક, એક યા અનેક બીજી અને યુક્તાંડપી બીજાંડાશયમાંથી બનેલાં હોય છે.

સીતાફળ (Custard Apple) એ **પુંજફલ** (Aggregate Fruit) છે. એમાં સ્ત્રીકેસરો (Carpels) કે અંડપો શંકુઆકાર પુષ્પાસન (Thalamus) ઉપર લાગેલાં હોય છે. આ બધાં અંડપો એક જ મુક્તાંડપી (apocarpous) પુષ્પના ભાગો છે.

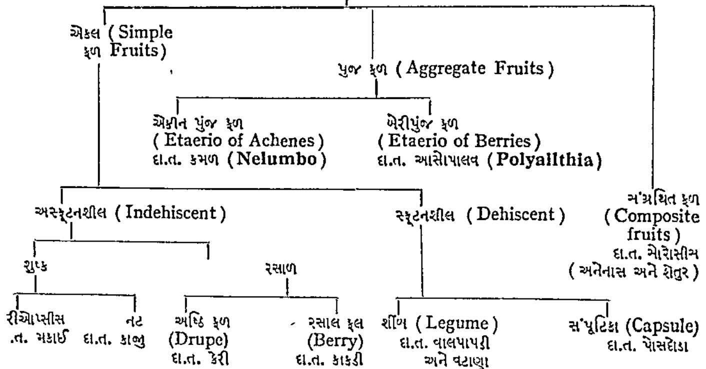
કમળ (Nelumbo)નાં ફળમાં અંડપો (Carpels) પુષ્પાસન ઉપર જુદી જુદી કોટરો (Cavities)માં લાગેલાં હોય છે. ફળ પાકતાં દરેક અંડપમાંથી એકીન (Achene) બને છે અને આખા અંડપ સમૂહમાંથી એકીનોનું પુંજફલ બને છે.

આસોપાલવ (Polyalthia)નું ફળ રસાલફલોનું પુંજફળ (Etaerio of Berries) છે.

અનેનાસ (Pineapple) અને **શેતુર** (Mulberry) એ **સોરોસીસ** (Sorosis) નામે ઓળખાતા **સંગ્રથિત ફલ** (Composite Fruit)ના એક પ્રકારનાં ઉદાહરણો છે. "સ્પાઈક (Spike)" પ્રકારની મંજરી (Inflorescence)માંથી આવાં ફળો બને છે.

અનેનાસમાં પુષ્પો અને માવાદાર અક્ષ (Axis) એકબીજા સાથે એકાકાર થઈને ફળ બને છે. ફળ ઉપર જે લીલાં પાન જેવા ભાગો હોય છે તે **સહપત્રો** (Bracts) છે.

શેતુરમાં પુષ્પોનાં વજ્રો (Calyces) ગરદાર બને છે અને ખરેખરાં ફળોને વજ્રો ઢાંકી દે છે.


ફળોનું વર્ગીકરણ
(જુઓ આકૃતિ ૭૮ A, ૭૮ B ૭૮ C અને ૭૯)
એકલ ફળ (Simple Fruits)
પુંજ ફળ (Aggregate Fruits)
એકીન પુંજ ફળ
(Etaerio of Achenes)
દા.ત. કમળ (Nelumbo)
બેરીપુંજ ફળ
(Etaerio of Berries)
દા.ત. આસોપાલવ (Polyallthia)
સંગ્રથિત ફળ
(Composite fruits)
દા.ત. સોરોસીસ
(અનેનાસ અને શેતુર)
અસ્ફૂટનશીલ (Indehiscent)
સ્ફૂટનશીલ (Dehiscent)
શુષ્ક
રસાળ
રીઓપ્સીસ
.ત. મકાઈ
નટ
દા.ત. કાજુ
અષ્ઠિ ફળ
(Drupe)
દા.ત. કેરી
રસાલ ફલ
(Berry)
દા.ત. કાકડી
શીંબ (Legume)
દા.ત. વાલપાપડી
અને વટાણા
સંપુટિકા (Capsule)
દા.ત. પોસડોડા

બીજ (Seed)

બીજની બીજકમાંથી કેવી રીતે ઉત્પત્તિ થાય છે તે આપણે 'ફ્લન' (Fertilization)ની ચર્ચા દરમિયાન જોયું. પુષ્ક કેન્દ્ર (Endosperm Nucleus) કેવી રીતે ત્રણ કોષકેન્દ્રોના સંયોગથી બને છે એ પણ આપણે જોયું. આ પુષ્ક કેન્દ્રમાંથી પુષ્ક (ભ્રૂણપોષ, Endosperm) વિકાસ પામે છે. ભ્રૂણપોષ અથવા પુષ્કનું કાર્ય વિકસતા ભ્રૂણ (Embryo)ને પોષણ પૂરું પાડવાનું છે. કેટલીક વનસ્પતિઓમાં બીજ પરિપક્વ થાય ત્યાં સુધીમાં બધુંજ પુષ્ક વપરાઈ ગયેલું હોય છે. આવાં બી **અપુષ્ક**, પુષ્કવિહીન અથવા અભ્રૂણપોષી (exalbuminous or non-endospermic) કહેવાય છે જ્યારે જે બીજમાં બીજ પરિપક્વ થયા પછી પણ પુષ્ક રહે છે તે **સપુષ્ક**, અથવા **ભ્રૂણપોષી** (albuminous or endospermic) બીજ તરીકે ઓળખાય છે. ધાન્યો અને દિવેલી એ સપુષ્ક બીજના દાખલા છે જ્યારે કઠોળ વર્ગની ઘણી વનસ્પતિઓમાં અપુષ્ક બીજ થાય છે.

વિકિરણ (Dispersal)

સ્થલ વિસ્તરણ (Propagation in Space) માટે એ જરૂરી છે કે વનસ્પતિનાં બીજ દૂર દૂર ફેલાય. આ ફેલાવાની ક્રિયા તે વિકિરણ. આ વિકિરણ જુદી જુદી રીતે થાય છે. સ્ફોટનશીલ ફલોનાં બીજ ફળના ફાટવાથી દૂર ફેંકાય છે; કેટલાક દાખલાઓમાં પવન કે પાણી દ્વારા બીજ દૂર દૂર ખેંચાય છે અને ઘણી વાર પશુ-પક્ષીઓ દ્વારા વિકિરણ થાય છે.

બીજની રચના

૧ **બીજાવરણ** (બીજકવચ, બીજ-ચોલ, Testa) એ એક કે વધારે પડો (layers)નું હોય છે. ગર્ભકોષમાંનાં પરિપુષ્ક ઉપરનાં આવરણોમાંથી બીજાવરણ બને છે.

૨ **પુષ્ક** (ઉપર જોયું તે પ્રમાણે પરિપક્વ થયેલાં બધાં બીજમાં પુષ્ક રહેતું નથી).

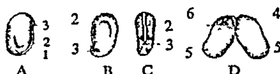
૩ **ભ્રૂણ**—ફલિતાંડ કે ફલિતકોષ (Zygote)માંથી વિકાસ પામેલી નવી પેઢી (Next generation).

ભ્રૂણના મુખ્ય ત્રણ ભાગો :

(ક) ભ્રૂણાગ્ર કે આદિપ્રરોહ (પ્રાંકુર, Plumule) જેમાંથી છોડનો પ્રરોહ (Shoot) થાય છે.

(ख) આદિમૂલ (મૂલજ, Radicle) જેમાંથી છોડનાં મૂળ થાય છે; અને

(ग) બીજદલ કે બીજપર્ણ (Cotyledon) એક અથવા બે.

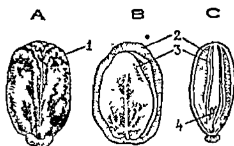


આકૃતિ ૮૦

બીજ—વાલ (Bean)

જુદી જુદી બાજુથી બીજનો દેખાવ. બીજાવરણ (બીજ ચોલ Testa) કાઢી નાખ્યા પછીનો બીજનો દેખાવ.

1. બીજાવરણ, 2. બીજનાભિ (નાભિકા, Hilum), 3. બીજરન્ધ્ર (બીજાંડદ્વાર, Micropyle), 4. આદિમૂલ (મૂલાંકુર, Radicle), 5. બીજદલ (બીજપત્ર, Cotyledon), 6. આદિપ્રરોહ (પ્રાંકુર, Plumule).



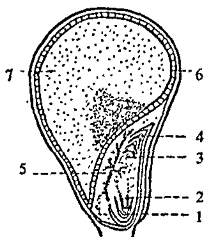
આકૃતિ ૮૧

બીજ—દીવેલી (Castor seed)

A. આખું બીજ B. બીજદલ બતાવ્યાં છે. C. બીજનો છેદ.

1. બીજાવરણ, 2. પુષ્ક અથવા ભ્રૂણપોષ (Endosperm) 3. બીજદલ, 4. પ્રાંકુર (આદિપ્રરોહ, Plumule)

(આકૃતિ ૮૨ સાથે સરખાવો)



આકૃતિ ૮૨
મકાઈનો દાણો (જે એક-બીજી 'કેરીઓપ્સીસ' પ્રકારનું ફલ છે).

1. આદિમૂલ ઉપરનું આચ્છાદન (Sheath)
2. આદિમૂલ (મૂલાંકુર)
3. આદિપ્રરોહ (પ્રાંકુર)
4. આદિપ્રરોહ ઉપરનું આચ્છાદન
5. સ્કુટેલમ (પુષ્કાદ, Scutellum)
6. એક બીજ સાથે બાઝી ગયેલાં બીજાવરણ અને ફલાવરણ
7. પુષ્ક (ભ્રૂણપોષ)

આકૃતિ ૮૦ અને ૮૧ સાથે સરખાવો.

બીજનો જે ભાગ ફલાવરણ સાથે ચોંટેલો હોય છે તેને **નાભિ** (Hilum) કહે છે. સૂકા બીજમાં એ ભાગ લંબાયા કે ગોળ ડાઘા જેવો દેખાય છે. નાભિને એક છેડે બીજરન્ધ્ર (બીજાંડદ્વાર, Micropyle) હોય છે. બીજને પાણીમાં પલાળીએ તો આ બીજરન્ધ્ર ચોક્ખું દેખાય છે. બીજાંકુરણ વખતે બીજરન્ધ્ર દ્વારા આદિમૂળ બહાર આવે છે.

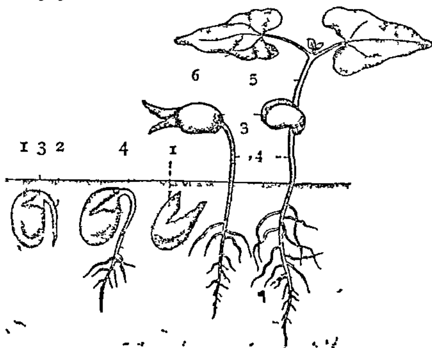
ભ્રૂણધરી (Axis of the Embryo)ને જે જગાએ બીજપર્ણ લાગેલાં હોય છે તેની અને આદિપ્રરોહ વચ્ચેનો ધરીનો ભાગ **ઊર્ધ્વાક્ષ** (બીજપત્રોપરિક, Epicotyl) અને બીજપર્ણ અને આદિમૂલની વચ્ચેનો ધરીનો ભાગ **અધરાક્ષ** (બીજપત્રાધર, Hypocotyl) કહેવાય છે.

બીજાંકુરણ (Seed Germination)

ફલમાં બીજ પરિપક્વ થયા પછી તરત અંકુરણ માટે યોગ્ય બને છે એવું નથી. ઘણીખરી વનસ્પતિની જાતિઓમાં બીજ લાંબા કે ટૂંકા ગાળાની સુષુપ્તાવસ્થા પસાર કર્યા પછી જ અંકુરણ થઈ શકે છે. આ સુષુપ્તાવસ્થાનો અભ્યાસ થઈ રહ્યો છે. સરળતાથી સમજી શકાય એવી એ વાત નથી. જ્યારે

સુષુપ્તાવસ્થાનો ઊંડો અભ્યાસ થશે ત્યારે બને કે આપણે કોઈ પણ બીજને ધારીએ ત્યારે અંકુરિત કરી શકીશું અથવા ધારીએ ત્યાં સુધી એની સુષુપ્તાવસ્થા લંબાવી શકીશું

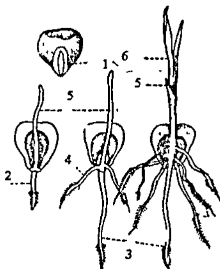
કુદરતમાં તો એવું દેખાય છે કે દરેક જાતિની વનસ્પતિને વૃદ્ધિ માટે અનુકૂલ સંજોગ આવતાં બીજની સુષુપ્તાવસ્થાનો અંત આવે છે અને પાણી મળતાં એનું અંકુરણ થાય છે બીજાંકુરણને અસર કરતાં બળો અથવા કારકો (Factors)માં (૧) પાણી, (૨) પ્રાણવાયુ અને (૩) ઉષ્ણતામાન મુખ્ય છે આ કારકો પૂરતા પ્રમાણમાં અને યોગ્ય હદે મળે તો જ બીજાંકુરણ થાય છે



આકૃતિ ૮૩

વાલનું બીજાંકુરણ—જમીનમાં પડેલા બીની જુદી જુદી બીજાંકુરણાવસ્થાઓ બતાવેલી છે

1. બીજાવરણ 2 આદિમૂળ (મૂળાંકુર), 3. બીજદલ (બીજપત્ર), 4 અવઅક્ષ (બીજપત્રાધર, Hypocotyl), 5 ઊર્ધ્વાક્ષ (બીજપત્રોપરિક, પર્વ પ્રથમ, Epicotyl), 6 પર્ણ, 7 પ્રાથમિક મૂળ

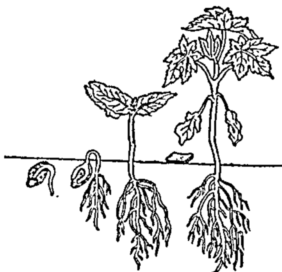


બીજાંકુરણ—મકાઈ (Maize)

1. ભ્રૂણ (Embryo)
2. આદિમૂલ
3. પ્રાથમિક મૂલ
4. દ્વિતીયિક મૂલ
5. આદિપ્રરોહાચ્છાદન
6. પ્રથમ પર્ણ (first foliage leaf).

આકૃતિ ૮૩ સાથે સરખાવેા

આકૃતિ ૮૪



આકૃતિ ૮૫

દીવેલી (Castor Oil Seed)નું અંકુરણ.
આકૃતિ ૮૩ સાથે સરખાવેા.

બીજને જમીનમા દબાવીએ અને પાણી પાઈએ અને પછી એના અંકુરણનો અભ્યાસ કરીએ તો જણાશે કે કેટલાંક બીજમાં બીજપર્ણો જમીનમાં જ રહે છે, એટલે કે આદિપ્રરોહ સાથે જમીનની ઉપર આવતાં નથી. આવા અંકુરણને **અધોભૂમિક** (અવભૌમ, hypogeal) કહે છે જ્યારે જે બીજોમાં અંકુરણ પછી બીજપર્ણો જમીનની બહાર આવે છે તે અંકુરણને બહિર્ભૂમિક (અધિભૌમ, ભૂમ્યુપરિક, epigeal) કહેવામાં આવે છે. મગફળીનાં બીજમાં અધોભૂમિક બીજાંકુરણ થાય છે જ્યારે દિવેલીમાં બહિર્ભૂમિક અંકુરણ થાય છે.

બીજ ઉપરની ઉદ્વર્ધ (Outgrowths)

૧ **અધ્યાવરણ (બીજચોલ, Aril)** કેટલાંક બીજો ઉપર બીજાવરણ (Testa) ઉપરાંત વધારાનુ બહારનું આવરણ હોય છે જેને અધ્યાવરણ (Aril) કહે છે. ગોરસ આમલી (**Inga dulcis**)ના ફળમાંના સફેદ અથવા લાલ ગર અધ્યાવરણ છે. જાવંત્રી (**Mace**) એ જાયફળના બી ઉપરનું અધ્યાવરણ છે. દાડમના દાણાનો રસદાર ભાગ એ પણ અધ્યાવરણ છે.

૨ **ગંડક (બીજચોલક, Caruncle)** દિવેલાના બીજ ઉપરનો સફેદ ખીલ જેવો જે ઉદ્વર્ધ હોય છે તેને "કેરંકલ" (ગંડક કે બીજચોલક) કહે છે.

૩ રૂ એ કપાસના છોડ ઉપર થતાં જીંડવામાંના કપાસિયા (જે બી છે)ના બીજાવરણના બાહ્યાવરણ (Epidermis)ના કોષો લાંબા વધીને થયેલા તાગે છે.

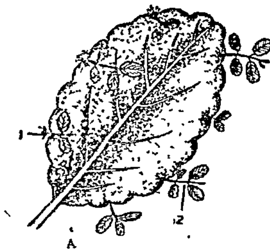
પ્રકરણ ૧૨

પુનરુત્પાદન અથવા જનન

કોઈ પણ વ્યક્તિ(પ્રાણી કે વનસ્પતિ)ની આયુમર્યાદા પરિમિત છે, પરંતુ જાતિઓ (Species) તો યુગો સુધી ટકી શકે છે. જાતિસાંતત્ય (Continuity of Species) માટે જરૂરી છે કે વ્યક્તિનો અંત આવે તે પહેલાં તેના પોતાના જેવા બીજા જીવો તેનામાંથી ઉત્પન્ન થાય. આ પહેલાં આપણે જોયું તેમ જનન અથવા પુનરુત્પાદન (Reproduction) એ જીવિતોનું એક અગત્યનું લક્ષણ છે અથવા ગુણધર્મ છે. એક જીવપિંડ (Organism) માંથી એના જેવા બીજા જીવપિંડોનું ઉત્પાદન મુખ્ય ત્રણ રીતે થાય છે:—

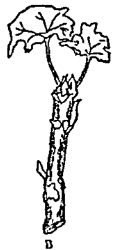
(૧) કાયિક જનન અથવા પ્રવર્ધન (Vegetative Reproduction or Propagation). આને પ્રજનનકોષેતર પ્રવર્ધન પણ કહી શકાય કારણ કે આ પ્રક્રમમાં ખાસ પ્રકારના જનનકોષો (reproductive cells) બનતા નથી પરંતુ છોડના જુદા જુદા ભાગોમાંથી નવો છોડ ઊગે છે. બટાકા અથવા શેરડીના સાંઠા ઉપર "આંખો (eyes)" હોય છે તેમાંથી નવા છોડ ઊગે છે તે હકીકત તો સારી પેઠે જાણીતી છે. કાયિક પ્રવર્ધનનું આ એક ઉદાહરણ છે. બ્રાહ્મી, દૂર્વા, ફુદીનો, આદુ, (હંસરાજ), એલચો (**Bryophyllum**) વગેરેમાં છોડના પ્રકાંડ, પર્ણ વગેરેમાંથી નવા છોડો તૈયાર થાય છે.

માળીઓ બાગમાં આ કાયિક પ્રવર્ધનની રીતનો ઘણો ઉપયોગ કરે છે. કલમ અને ખૂંટી (Cutting અને Grafting) કરવી, છોડની ડાળી જમીનમાં દબાવી એના ઉપર મૂળનું ઉત્પાદન પ્રેરવું (Layering) વગેરે પ્રવિધિઓ આના દાખલાઓ છે. કલમો જમીનમાં રોપ્યા પછી તેમના ઉપર મૂળ (અપસ્થાની અથવા adventitious મૂળો) આવી એ કલમો ઉપરની સુષુપ્ત (dormant) કલિકાઓ (અગર મુકુલો) વિકાસ પામે છે અને નવો છોડ તૈયાર થાય છે.



આકૃતિ ૮૬

એલચા (Bryophyllum)નું પર્ણ. ધાર (Margin) ઉપર વિકસતા મુકુલો (કલિકાઓ, Buds) દેખાય છે.

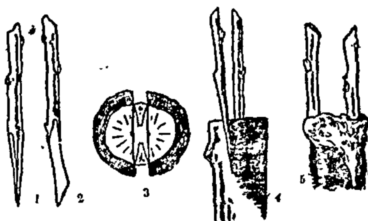


આકૃતિ ૮૭

કલમ (Cutting), કક્ષકલિકાઓ (axillary buds) વિકસતી દેખાય છે.

સાદી કલમમાં છોડની ડાળખી કાપીને તેને યોગ્ય રીતે રોપવામાં આવે છે. બીજી રીતમાં (Grafting અગર કલમ કે ખૂંટી લગાડવી તેમા) એક છોડની ડાળીને બીજા છોડ સાથે બાધવામાં આવે છે અગર એક છોડ ઉપરના મુકુલ(Bud)ને બીજા છોડના પ્રકાંડ ઉપર લગાડવામા આવે છે (Bud grafting). જે કલમ બીજા છોડના થડ (જેને સ્ટોક, સ્કંધ કલમસ્કંધ, કલમથડ **Stock** કહે છે) ઉપર બાંધવામાં આવે છે તે કલમને પોતાને **કલમ, કલમાંકુર** કે **Scion** કહેવામા આવે છે. ગમે તે એક જાતિની કલમ અમુક ચોક્કસ જાતિના છોડ ઉપર જ લગાડી શકાય છે, જે એ કલમની જાતિ સાથે સંબંધ ધરાવતી જાતિનો હોય છે.

(૨) **અલિંગી જનન** (Asexual Reproduction) પુનરુત્પાદનની બાકીની બે રીતોમા ખાસ પ્રકારના કોષો બને છે. એક રીતમાં આ કોષોનું અંકુરણ થઈને નવો છોડ બને છે. આ રીતમા દરેક કોષ સ્વતંત્ર



આકૃતિ ૮૮

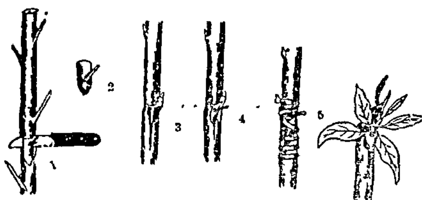
કલમ બીજા છોડ ઉપર લગાડવાની ક્રિયા (Grafting)

1. અને 2. કલમ અથવા ખીંટી (Scion)
3. સ્કન્ધ (કલમસ્કંધ, Stock) ઉપરથી કેવો દેખાય છે તે, સ્કંધ એટલે જે છોડ ઉપર બીજા છોડની કલમ લગાડવામાં આવે છે તેનું થડ.
4. ખીંટીને સ્કંધ ઉપરના કાપમાં બેસાડવામાં આવે છે.
5. ખીંટી અને સ્કંધને મીણથી સખત રીતે ચોંટાડવામાં આવે છે.

રીતે નવા છોડમાં વિકસી શકે છે. આવા કોષને **સ્પોર** કે **બીજાણુ** (Spore) કહે છે. આ રીતને **સ્પોર** કે **બીજાણુ જનન** (Sporic Reproduction) કહે છે.

એકકોષી જીવોમાં કેટલાક દાખલાઓમાં જીવ જે એક કોષ જ છે તેનું સરળ **વિખંડન** (Fission) થઈને બે નવા કોષો બને છે અને તે દરેક કોષો નવા સ્વતંત્ર જીવ તરીકે વર્તે છે. (જુઓ આકૃતિ ૯૦ અને ૯૧).

(૩) ત્રીજી રીત **લિંગી જનન**(Sexual Reproduction)ની છે. આ રીતમાં બે પ્રકારના ખાસ જનનકોષો બને છે. સામાન્ય રીતે



આકૃતિ ૮૯

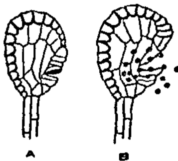
કલિકા (મુકુલ, Bud) લગાડવાની ક્રિયા (udding). ઇચ્છનીય છોડ ઉપરની કલિકા લઈને તેને એ જ જાતિના કે મળતી જાતિના છોડ ઉપર કાપ મૂકી લગાડવામાં આવે છે.

1. કલિકા (મુકુલ) મૂળ છોડ ઉપરથી લેવામા આવે છે.
2. મુકુલ
3. T—આકારનો કાપ સ્કન્ધ (Stock) ઉપર મૂકવામા આવે છે.
4. છેદમા મુકુલને બેસાડવામા આવે છે.
5. મુકુલ (કલિકા)ને સ્કન્ધ સાથે મજબૂત બાધવામા આવે છે.
6. વિકસેલો મુકુલ.



આકૃતિ ૯૦

યુલોથ્રિક્સ (Ulothrix)ના ચલનરોમ (Cilia) વાળા ચલ બીજાણુ (ચલસ્પોર, Zoospores).



આકૃતિ ૯૧

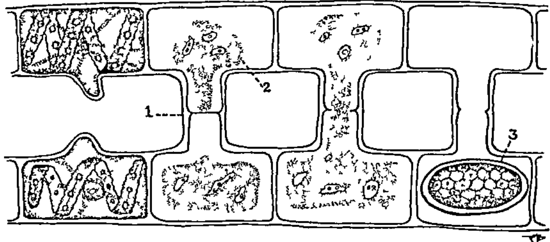
A. ફર્ન અથવા હંસરાજની સ્પોરેન્જિયમ (સ્પોરધાની કે બીજાણુધાની, Sporangium). B. સ્પોરધાનીમાંથી સ્પોર બહાર આવતા દેખાય છે. આ સ્પોરોનું પવનથી વિકિરણ (Dispersal) થાય છે.

તે કોષો સ્વતંત્ર રીતે વિકાસ પામી નવો જીવ બનતો નથી, પરંતુ આ બે પ્રકારના કોષો સંયોગ પામી નવો જ કોષ બને છે જેમાંથી નવો જીવ વિકસે છે.

આવા કોષોને યુગ્મક અથવા **જનનકોષો** (Gamete) કહે છે. જો બે પ્રકારના જનનકોષો દેખાવે કે કદમાં સરખા હોય તો તેમને **સમયુગ્મક કે સમજનન કોષો** (Isogametes) કહે છે અને એમનો સંયોગ થવાની ક્રિયાને **સંયુગ્મન** (Conjugation) કહે છે (જુઓ આકૃતિ ૯૨). સંયુગ્મનથી જે નવો કોષ તૈયાર થાય છે તેને યુગ્માણુ (Zygospore) કહે છે. ઉદાહરણાર્થે સ્પાઈરોગાયરા (Spirogyra) નામની લીલ, શેવાળ અથવા આલ્ગા(Alga)માં બે તાતણાઓ (છોડો filaments) સાથે સાથે ગોઠવાય છે (આકૃતિ ૯૨) અને સામ સામેના કોષોમાંથી પ્રોદ્‌વર્ધો (Protuberances) નીકળી એકબીજાને મળે છે. જ્યાં તેઓ મળે છે ત્યાંના કવચો ઓગળી જઈને **સંયુગ્મન નલિકાઓ** (Conjugation tubes) બને છે અને એ કોષોમાંનું જીવદ્રવ્ય સંકોચ પામી એમાંથી જનકોષો બને છે. જે જનનકોષ પ્રથમ બને છે તે સંયુગ્મન નલિકામાં થઈને સામેના કોષમાંના જનનકોષને મળી સંયોગ પામે છે અને ફલિતાંડ (Zygote) બને છે જેમાંથી નવા છોડ બને છે.

ઉચ્ચતર જાતિઓમાં બે પ્રકારના ચલનતંતુ અથવા ચલનરોમ (Cilia) ધરાવતા નાના કદના કોષો ચલન (Locomotion) કરી શકે છે; આ કોષો **પુમણુઓ** અથવા પુંકોષો અથવા પુંજનનકોષો (male gametes; Spermatozoids) કહેવાય છે. મોટા કદના, ચલન કરવાને અસમર્થ,

એવા કોષો અંડ, સ્ત્રીકોષ અથવા અથવા સ્ત્રીજનનકોષ (female gametes) તરીકે ઓળખાય છે અંડ અને પુમણુના સંયોગ થવાની ક્રિયાને **નિષેચન** (Fertilization) કહે છે અને જે ફલિતાંડ (Zygote) બને છે તેને **નિષિક્તાંડ** (Oospore) કહે છે (જુઓ આકૃતિઓ ૭૫, ૭૬, ૭૭).



આકૃતિ ૯૨

સ્પાઈરોગાયરા (Spirogyra)મા થતુ સંયુગ્મન (Conjugation).

૧. સંયુગ્મનનલિકા, 2. જનનકોષ (યુગ્મક, Gamete), ૩. યુગ્માણુ (Zygospore)

પ્રકરણ ૧૩

વનસ્પતિશરીરક્રિયાવિજ્ઞાન

કોઈ પણ ચેતન પદાર્થ—પ્રાણી કે વનસ્પતિ—ના શરીરમાં જીવન ટકાવી રાખવા માટે જે ક્રિયાઓ ચાલે છે તેમના અભ્યાસને શરીરક્રિયાવિજ્ઞાન (દેહધર્મવિદ્યા, physiology) કહે છે.

ક્ષણે ક્ષણે થતો ફેરફાર એ ચેતનાનું પ્રધાન લક્ષણ છે. આ ગતિશીલતા ગઈ એટલે ચેતનતત્ત્વ નાશ પામ્યું જ સમજો. કોઈ જીવિત શરીરનું રાસાયણિક પૃથક્કરણ (analysis) કરવાથી એ કયાં તત્ત્વોનું બનેલું છે એ જાણી શકાય, પરંતુ એ તત્ત્વોમાંથી અનેક સંયોજનો થઈ તે બધાંનું ગતિશીલ સ્થૈર્ય (dynamic equlilbrium) કેવી રીતે જળવાય છે તે આવા રાસાયણિક પૃથક્કરણથી સમજાતું નથી. શરીરક્રિયાવિજ્ઞાન ચેતનના આ પાસાનો અભ્યાસ છે.

વનસ્પતિશરીરમાં પાણી મોટા પ્રમાણમાં હોય છે. પાણી ઉડાડી મૂક્યા પછી જે ઘન પદાર્થ રહે છે તેમાં ચાલીસેક જેટલાં મૂલતત્ત્વો (elements) જોવામાં આવ્યાં છે, પરંતુ અખતરાઓ કરવાથી જણાયું છે કે એમાંના માત્ર સોળ જ વનસ્પતિજીવન માટે આવશ્યક (essential) છે. આમાંનાં કેટલાંક વધારે પ્રમાણમાં જોઈએ છે (જેમને બહુપ્રમાણી તત્ત્વો—major elements કહે છે) અને બીજાં અલ્પ પ્રમાણમાં (જેમને અલ્પપ્રમાણી તત્ત્વો—minor elements કહેવામાં આવે છે). પ્રમાણ ઓછુંવત્તું ભલે હોય પણ બધાં આવશ્યકતત્ત્વોની આવશ્યકતા સરખી જ છે.

બહુપ્રમાણી તત્ત્વોમાં—કાર્બન (C) ઑક્સીજન અથવા પ્રાણવાયુ (O) હાયડ્રોજન (H), નાઈટ્રોજન (N), ફૉસ્ફરસ (P), ગંધક (S), કેલ્સ્યમ (C), પોટાસ્યમ (K), અને મેગ્નીસ્યમ (Mg), છે.

અલ્પપ્રમાણી તત્ત્વો—તરીકે બોરોન (B), ક્લોરીન (Cl), તામ્ર (Cu), લોહ (Fe), મેંગેનીઝ (Mn), મોલીબ્ડેનમ (Mo) અને જસત (Zn) છે.

કાર્બન (C) સિવાયના તત્ત્વો વનસ્પતિ જમીન(soil)માથી મેળવે છે જ્યારે કાર્બન હવામાથી આવે છે હવામા અલ્પ પ્રમાણમા કાર્બન ડાયોક્સાઇડ (CO_2) હોય છે જેનો ઉપયોગ હરિત વનસ્પતિના શરીરમા શર્કરાઓ (sugars) સ્ટાર્ચ, સેલ્યુલોઝ વગેરે કાર્બોહાયડ્રેટ વર્ગના સયોજનો યોજવામા થાય છે. હવામા લગભગ ૮૦ ટકા ભાગ નાઈટ્રોજન હોય છે પરંતુ વનસ્પતિ નાઈટ્રોજન જમીનમાથી જ મેળવે છે

વનસ્પતિજીવનમાં પાણીનું મહત્ત્વ

ચેતના (life) પાણી સાથે ગાઢ રીતે સંકળાયલી છે. જે ક્રિયાઓના ગતિશીલ સતુલન(dynamic equlibrium)થી ચેતના ઉદ્‌ભવે છે, તે ક્રિયાઓ માટે માધ્યમ તરીકે પાણી આવશ્યક છે સામાન્ય રીતે આપણને ખ્યાલ આવે એનાથી વધારે—ઘણા વધારે પ્રમાણમા વનસ્પતિને પાણી જોઈએ છે કોઈ પણ સમયે વનસ્પતિઅંગમા મળતો પાણીનો જથ્થો એક જીવનચક્ર (બીજ ફુરણથી માડી બીજા બીજના ઉત્પાદન સુધીનો સમય, life cycle) દરમિયાન જોઈતા જથ્થાનો બહુ નાનો ભાગ છે એવી ગણત્રી થઈ છે કે એક કિલોગ્રામ મકાઈ (દાણા) ઉત્પન્ન થવા માટે છોડમા જીવનચક્ર દરમિયાન ૭૦૦ કિલોગ્રામ પાણી વપરાય છે. વનસ્પતિની પાણીની જરૂરિયાત (water requirment) કાઢવા માટે નીચેનુ સૂત્ર (formula) છે

$$\text{પાણીની જરૂરિયાત} = \frac{\text{જીવનચક્ર દરમિયાન છોડમા વપરાયેલુ પાણી}}{\text{તે કાળ દરમિયાનવ નસ્પતિશરીરમા એકઠો થયેલો ઘન પદાર્થનો જથ્થો (dry weight).}}$$

ઉપરની ચર્ચાથી સમજાશે કે વનસ્પતિએ જમીનમાથી લીધેના પાણીનો મોટો ભાગ વનસ્પતિશરીરમા રહેતો નથી પણ ઊડી જાય છે

આપણે વનસ્પતિ જમીનમાથી પાણી કેવી રીતે મેળવે છે (જલશોષણ, Absorption of water), વનસ્પતિમાથી પાણી બાષ્પરૂપે કેવી રીતે ઊડી જાય છે (ઉત્સ્વેદન, transpiration) અને વનસ્પતિશરીરમા પાણી કેવી રીતે ઊચે ચઢે છે (રસારોહણ, Ascent of sap) તે સમજીએ

જલશોષણ

(Absorption of water, અવશોષણ, પ્રચૂષણ)

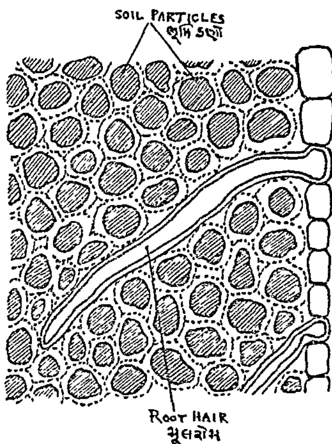
વનસ્પતિ જમીનમાંથી મૂળ દ્વારા પાણી મેળવે છે. મૂળના બહારના સ્તર (મૂલબાહ્યસ્તર, epiblema)ના કેટલાક કોષો સાંકડા અને લાંબા વધેલા હોય છે. આ કોષોને **મૂલરોમ** (roothairs) કહે છે. મૂલરોમમાં જમીનમાંથી પાણી ચૂસાય છે. આ ક્રમ ભૌતિકશાસ્ત્રના નિયમો (physical laws) પ્રમાણે ચાલે છે અને એ સમજવા માટે મૂલરોમની રચના સમજવી જરૂરી છે. મૂલરોમ એ એક પ્રકારનો કોષ (કોશિકા, cell) જ છે. કોષકવચ (cell wall) સામાન્ય રીતે પાણીથી ભેદ્ય હોય છે (એટલે કે પાણી કોષકવચની આરપાર સરળતાથી જઈ શકે છે), પરંતુ કોષરસત્વચા (plasma membrane)ની બાબતમાં આવું નથી. આ ત્વચાથી કોષમાં જતાઆવતા પદાર્થોના આવવાજવા ઉપર નિયંત્રણ રહે છે અને કોષની અંદર અને બહાર અમુક ચોક્કસ પરિસ્થિતિ પ્રવર્તતી હોય તો જ પદાર્થો કોષરસત્વચાને ભેદી શકે છે.

જુદા જુદા પદાર્થો પરત્વે ત્વચાની **પારગમ્યતા** (permeability) પ્રમાણે ત્વચાઓનું વર્ગીકરણ થાય છે. કોઈ પદાર્થ જો ત્વચાની પાર જઈ શકતો હોય તો તે પદાર્થ માટે ત્વચા **પારગમ્ય** (permeable) કહેવાય છે; જો પદાર્થ એ રીતે ત્વચાની પાર ન જઈ શકે તો ત્વચા **અપારગમ્ય** (impermeable) કહેવાય છે. કોઈ વિલયન (solution) લઈએ તો તેમાં ઓછામાં ઓછા બે પદાર્થો (વિલાયક, solvent અને વિલેય, solute) તો હોય જ. જો ત્વચા બેમાંથી એક (ધારો કે વિલાયક) માટે પારગમ્ય હોય અને બીજા (ધારો કે વિલેય) માટે પારગમ્ય હોય તો એ બે પદાર્થોના સંબંધમાં ત્વચાને **અર્ધપારગમ્ય** (semi-permeable) કહેવાય છે અને જો ત્વચા બે કે વધારે પદાર્થો માટે પારગમ્ય હોય પરંતુ પારગમ્યતાનું પ્રમાણ (degree) ઓછુંવત્તું હોય તો ત્વચા **વિષમપારગમ્ય** (differentially permeable) કહેવાય છે.

કોઈ પણ પદાર્થના અણુઓનું વધારે ઘનત્વ(density)વાળા વિસ્તાર તરફથી ઓછા ઘનત્વવાળા વિસ્તાર તરફ **પ્રસરણ** (diffusion) થતું રહે છે. આવું પ્રસરણ જો અર્ધપારગમ્ય કે વિષમપારગમ્ય ત્વચાને ભેદી થતું હોય તો તે **અભિસરણ** (રસાકર્ષણ, osmosis) કહેવાય છે. આ રીતે

અભિસરણ અથવા રસાકર્ષણ એ પ્રસરણનો એક ખાસ પ્રકાર જ છે એટલે પ્રસરણને જે ભૌતિક નિયમો લાગુ પડે છે તે આ ક્રમને પણ લાગુ પડે છે. ત્વચાની બંને તરફનાં વિલયનોમાં વિલેયના પ્રમાણ (concentration) ઉપરથી અભિસરણની દિશા નક્કી થાય છે.

મૂલરોમ અને જમીનમાં સામન્ય રીતે પ્રવર્તતી પરિસ્થિતિ એવી હોય છે કે મૂલરોમકોષની અંદરનું વિલયન જમીનમાંના વિલયન કરતાં વધારે સાન્દ્રિત (concentrated) હોય છે. આ પ્રમાણે મૂલરોમની કોષરસત્વચાની એક



આકૃતિ ૯૩

જમીનના કણો વચ્ચે રહેલો મૂલરોમ (Root hair)

બાજુ વધારે સાન્દ્રિત વિલયન હોય છે જ્યારે બીજી બાજુ પ્રમાણમાં ઓછું સાન્દ્રિત (જમીનમાંનું) વિલયન હોય છે. આવી પરિસ્થતિમાં જમીનમાંનું પાણી કોષરસત્વચા પાર કરી મૂલરોમમાં પ્રવેશે છે, કારણ કે જમીનમાંના વિલયનમાંના પાણીનો પ્રસરણદાબ (diffusion pressure) કોષમાંના વિલયનના પાણીના પ્રસરણ દાબથી વધારે છે એટલે કે જમીનમાંના વિલયનની સરખામણીમાં કોષવિલયનમાં પ્રસરણદાબ-ન્યૂનતા (પ્ર.દા.ન્યૂ., પ્રસરણ-દાબકમી, પ્ર.દા.ક.: Diffusion Pressure Deficit, D.P.D.) હોય છે.

હવે સમજાશે કે કોઈ પણ કારણે મૂલરોમ વધારે સાન્દ્રિત વિલયનના સંસર્ગમાં આવે તો મૂલરોમમાં પાણી પ્રવેશવાને બદલે એમાંથી પાણી બહાર નીકળી જાય.

મૂલરોમમાં પાણી પ્રવેશ્યા પછી મૂલરોમની સાથેના અંદરના કોષમાંના પાણીને હિસાબે મૂલરોમમાંના પાણીનો પ્રસરણદાબ વધશે (એટલે કે મૂલ-રોમની બાજુના કોષમાં પ્ર.દા.ન્યૂ. થશે) અને મૂલરોમમાંથી પાણી એ સાથેના કોષમાં જશે. આ રીતે એક પછી એક કોષમાં પ્રવેશી પાણી **જલવાહી પેશી** (xylem) સુધી પહોંચશે. જલવાહી પેશીમાં પાણીનું દબાણ ઓછું હશે તો આજુબાજુના કોષોમાંથી પાણી એ પેશી (tissue)માં પ્રવેશશે.



આકૃતિ ૯૪
મૂલનો અનુપ્રસ્થ છેદ (Fransuerse section), બાણો રસ (sap)ની સંવહન દિશા (direction of conduction) બતાવે છે.

1. મૂલ રોમ
2. મૂલાર છાદન (મૂલાવરણ)નો કોષ
3. વચ્ચેનો ભાગ (cortex)
4. વાહિની તંત્ર (conducting system)ની આજુબાજુનું પડ
5. જલવાહિની (xylem vessel).

ખનીજ દ્રવ્યોનું શોષણ (Mineral Absorption)

જમીનમાંના વિલયનમાં ખનીજદ્રવ્યસાન્દ્રણ કોષવિલયનમાંના ખનીજ-દ્રવ્યસાન્દ્રણથી વધારે હોય ત્યાં સુધી તો સામાન્યતઃ પ્રસરણના નિયમો અનુસાર કોષ રસત્વચા દ્વારા ખનીજ દ્રવ્યો મૂલરોમમાં પ્રવેશે છે; પરંતુ એ ત્વચાની બંને બાજુ જ્યારે (જે તે ખનીજનું) ખનીજદ્રવ્યસાન્દ્રણ સરખું હોય ત્યારે ખનીજશોષણ અટકતું નથી; તે જ પ્રમાણે જમીનમાંના વિલયનમાં કોષને હિસાબે ખનીજદ્રવ્યસાન્દ્રણ ઓછું હોય તો (પ્રસરણના નિયમ પ્રમાણે ધારીએ તેમ) કોષમાંનું ખનીજ દ્રવ્ય જમીનમાં જતું રહેતું નથી પણ એવી પરિસ્થિતિમાં પણ કોષમાંના એક ખાસ તંત્રને કારણે કોષમાં જમીનમાંથી ખનીજ દ્રવ્યનું શોષણ થવાનું ચાલુ રહી શકે છે. પાણી અને ખનીજોના કોષ-પ્રવેશના તંત્રો (mechanisms) વચ્ચે આવો તફાવત છે.

ઉત્સ્વેદન (Transpiration)

વનસ્પતિઓ જમીનમાંથી પાણી અને ખનીજો કેવી રીતે મેળવે છે તે આપણે જોયું. હવે વનસ્પતિશરીરમાંથી પાણી કેવી રીતે નીકળી જાય છે (loss of water) તે જોઈએ.

જલક્ષય (Loss of Water)

વનસ્પતિમાથી પાણી નીકળી જવાની મુખ્ય ત્રણ રીતો છે : છોડમાંથી પાણી બાષ્પરૂપે ઊડી જવાના પ્રક્રમને **ઉત્સ્વેદન** (transpiration) કહે છે. છોડમાંથી પાણી પ્રવાહીરૂપે પણ નીકળી જાય છે; આવું જો છોડને ઈજા થવાથી થયેલા ઘા(કાપ)માંથી થાય તો તે પ્રક્રમને **નિસ્રવણ** (bleeding) કહે છે અને જો પાણી પ્રવાહીરૂપે છોડ કોઈ પણ રીતે ઈજા પામ્યા વિના નીકળી જાય તો તે પ્રક્રમ **બિન્દુસ્વેદન** (guttation) કહેવાય છે.

જે પ્રક્રમથી જીવિત વનસ્પતિઓમાંથી પાણી વાયુરૂપે ઊડી જાય છે તેને **ઉત્સ્વેદન** કહે છે. આ પ્રક્રમને બાષ્પીભવન(evaporation)ના બધા નિયમો તો લાગુ પડે જ છે પણ વાત એટલી સરળ નથી. જીવિત વનસ્પતિમા એ પ્રક્રમ ઉપર જુદી જુદી અસરો થાય છે એ કારણે ઉત્સ્વેદન એ માત્ર ભૌતિકી (physical) પ્રક્રમ નથી પણ શરીરક્રિયાવિષયક (physiological) પ્રક્રમ છે.

ઉત્સ્વેદન મોટે ભાગે પર્ણની સપાટી ઉપરથી થાય છે, પરંતુ વનસ્પતિના કોઈ પણ ભાગમાં આ પ્રક્રમ ચાલી શકે છે.

ઉત્સ્વેદન ઉપર અસર કરતાં મુખ્ય કારકો (factors):

(૧) હવાની આર્દ્રતા (humidity): એ જેમ ઓછી તેમ ઉત્સ્વેદનનું પ્રમાણ વધારે.

(૨) હવાનું ઉષ્ણતામાન (tamperature): ઉષ્ણતામાન ઊંચું તેમ ઉત્સ્વેદનનું પમાણ ઊંચું.

(૩) હવાના સંસર્ગમાં આવતો વનસ્પતિશરીરનો વિસ્તાર (exposed area): જેમ એવો વિસ્તાર વધારે તેમ ઉત્સ્વેદનનું પ્રમાણ વધારે.

(૪) પર્ણછિદ્રો (પર્ણરંધ્રો, stomata)ની સંખ્યા; ક્ષેત્રફળ એકમ દીઠ જેમ એ સંખ્યા મોટી તેમ ઉત્સ્વેદનનું પ્રમાણ વધારે. (બધાં છિદ્રોનાં મુખ ઉઘાડાં રહે છે એમ ધારી લઈને આ વિધાન કરેલું છે).

(૫) પ્રકાશ (llght): પ્રકાશની અસર નીચે પર્ણછિદ્રો ખૂલે છે; જો છિદ્રો બંધ રહે તો ઉત્સ્વેદનનું પ્રમાણ ઓછું થઈ જાય, આમ હોવાથી અંધારાની સરખામણીમાં પ્રકાશમાં ઉત્સ્વેદનનું પ્રમાણ વધે છે.

(૬) વનસ્પતિ અંગની બહારની સપાટી ઉપરના ક્યુટિકલ (cuticle)ના સ્તરની જાડાઈ: આ સ્તર જેમ વધારે જાડું તેમ ઉત્સ્વેદનપ્રમાણ ઓછું. આ કારણે કુમળાં પાન કરતાં (એ જ જાતિનાં) ઘરડાં પાનમાંથી ઉત્સ્વેદન ઓછું થાય છે.

(૭) પર્ણરચના (anatomical features of the leaf): કેટલાંક પર્ણો ગોળ વળી ગયેલાં હોય છે: આવાં પર્ણોમાં વળાંકમાં આવેલાં રંધ્રોમાંથી ઉત્સ્વેદન ઓછું થાય છે. તૃણવર્ગમાં આવું ઘણીવાર જોવામાં આવે છે.

ઉત્સ્વેદનનો પ્રક્રમ (process) વનસ્પતિને ઉપયોગી છે કે એ એક અનિવાર્ય ખોટ (inevitable loss) છે એ સંબંધી જુદા જુદા મત છે. આ પ્રક્રમથી વનસ્પતિને જે ફાયદા થાય છે તેમાંના કેટલાક અહીં જણાવ્યા છે:

(૧) ઉત્સ્વેદન બાષ્પીભવનનો જ એક પ્રકાર હોઈ વનસ્પતિશરીર એને કારણે ઠંડું રહે છે, એટલે સૂર્યકિરણોની અસરથી એ વધારે પડતું તપી જતું નથી.

(૨) ઉત્સ્વેદન પ્રક્રમને કારણે વનસ્પત્યંગમાં ખનીજ દ્રવ્યોની ઝડપી હેરફેર શક્ય બને છે.

(૩) ઉત્સ્વેદનને કારણે પાણી બહુ મોટી ઊંચાઈ સુધી વનસ્પત્યંગમા પહોંચી શકે છે. ડિક્ષન(Dixon)ના વાદ પ્રમાણે પાણી વનસ્પત્યંગમાં ઊંચે ચઢાવવા માટે જોઈતું બળ (force) પર્ણમાં થતા ઉત્સ્વેદનને કારણે ઉદ્‌ભવે છે. આ સંબંધી વધારે વિગતવાર ચર્ચા હવે પછી કરીશું.

રસારોહણ (Ascout of Sap)

જે પ્રક્રમથી વનસ્પત્યંગમાં પાણી (અથવા રસ, sap) ઊંચે ચઢે છે તેને રસારોહણ (Ascent of Sap) એવું નામ આપવામાં આવ્યું છે.

ઊંચાઈ પરત્વે વનસ્પતિઓમાં ભારે ભિન્નતા (variation) પ્રવર્તે છે. એકાદ સેન્ટિમીટરથી માંડી ૧૦૦થી ૧૫૦ મીટરની ઊંચાઈવાળી વનસ્પતિઓ ઘણી મળે છે અને એ તો દેખીતી વાત છે કે આટલી ઊંચાઈએ પાણી પહોંચે તો છે જ, કારણ કે પાણી વિના જીવન ટકી શકે નહિ. પ્રશ્ન એ છે કે પાણીનું ઊંચે ચઢવું કયા બળને આભારી છે? અત્યાર સુધીમાં સંખ્યાબંધ વાદો (theories) આ હકીકતને વૈજ્ઞાનિક રીતે સમજાવવા માટે રજૂ થયા છે. આ બધા વાદોને ચાર વર્ગોમાં વહેંચી શકાય:

(૧) કેશાકર્ષણ (કેશિકાકર્ષણ, Capillarity, કેશિકત્વ) ઉપર સ્થપાયેલ વાદ.

જ્યારે ઝીણા વેધ અથવા વેહવાળી નલિકા પાણીમાં બોળીએ છીએ ત્યારે પાણી પોતાની સામાન્ય સપાટી કરતાં નલિકામાં ઊંચે ચઢે છે. વનસ્પતિના પ્રકાંડમાં જલવાહિનીરૂપી ઘણી નલિકાઓ છે એટલે કેશાકર્ષણથી પાણી પ્રકાંડમાં ઊંચે ચઢે છે એવું પ્રતિપાદન કરવા પ્રયત્ન થયા છે. આ મત સ્વીકારી શકાય એવો નથી, કારણ કે હકીકતમાં વનસ્પત્યંગમાં રહેલી નલિકાઓ કેશાકર્ષણના પ્રક્રમ માટે જરૂરી એવી બંને છેડે ખુલ્લી નલિકાઓ નથી. વળી એવી પણ ગણત્રી કરવામાં આવી છે કે પ્રકાંડમાં પાણી ખરેખર

જો કેશાકર્ષણથી ચઢતું હોત તો પણ એ રીતે પાણી ૩૦ સેન્ટિમીટર (આશરે એક ફૂટ)થી વધારે ચઢે નહિ.

(૨) વાતાવરણ દાબ (વા.દા.) Atmospheric Pressure, ઉપર રચાયેલા વાદ.

એક વાતાવરણદાબ જેટલું બળ પાણીના લગભગ ૧૦ મીટર જેટલી ઊંચાઈના સ્તંભ (column)ના દબાણ જેટલું હોય છે એટલે કે એક વા.દા. જેટલા બળથી પાણીને ૧૦ મીટર ઊંચે ચઢાવી શકાય. વાતાવરણના દાબથી પાણી વનસ્પતિમાં ઊંચે ચઢે છે એવા મત સામે વાંધો એ છે કે એમ થવા માટે નળાનો નીચેનો છેડો ખુલ્લો હોવો જોઈએ જેથી તેના ઉપર વાતાવરણનું દબાણ લાગી શકે; વનસ્પતિઅંગમાંની નલિકાઓ આવી નથી. વળી નલિકાઓમાં પાણીને લાગતા ઘર્ષણ (friction)ના અવરોધ (resistance)ને ગણત્રીમાં લેતાં ૧ વા.દા. જેટલા બળથી પાણી ૫ મીટરથી ઊંચે લઈ જવાય નહિ. આ જોતાં આવા વાદો સ્વીકાર્ય નથી.

(૩) જીવનશક્તિ (vital energy)ની સંકલ્પના (concept) ઉપર રચાયેલા વાદ.

જે વાદમાં એવું આગ્રહ રાખવામાં આવે કે વનસ્પતિમાં પાણી ઊંચે ચઢે છે એ પ્રક્રમ માટે જીવંત કોષોની હાજરી આવશ્યક છે, અગર તો જીવંત કોષો એ પ્રક્રમમાં જીવંત કોષો તરીકે ભાગ લે છે એવા વાદને જીવનશક્તિવાદ (vitalistic theory) કહી શકાય. જીવંત કોષો આ પ્રક્રમમાં ભાગ ભજવે છે કે નહિ એ પ્રાયોગિક રીતે શક્ય દેખાતું નથી; પરંતુ જર્મન વૈજ્ઞાનિક સ્ટ્રાસબર્ગરે પ્રાયોગિક રીતે બતાવી આપ્યું હતું કે જે વૃક્ષના બધા કોષો મરણ પામ્યા હતા તેમાં માત્ર ભૌતિક બળોને કારણે પાણી ત્રીસેક મીટર જેટલી ઊંચાઈએ પહોંચ્યું હતું. આમ જીવંત કોષોની હાજરી રસારોહણ માટે આવશ્યક દેખાતી નથી. આમ છતાં હકીકત એ છે કે મૃત વનસ્પત્યંગમાં અમુક વખત પછી પાણી ચઢતું બંધ થાય છે. જગદીશચંદ્ર વસુ જીવંત કોષો રસારોહણ પ્રક્રમમાં મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે એવા મતના હતા. હાલમાં મોટા ભાગના વૈજ્ઞાનિકો માને છે કે માત્ર ભૌતિક બળો આ પ્રક્રમને સમજાવવા માટે પૂરતા છે. જો કે સંપૂર્ણ રીતે સંતોષકારક એવો વાદ હજુ રજૂ થયો નથી.

ઉપરોક્ત પ્રકારના જીવનશક્તિવાદના સંબંધમાં **મૂલદાબ**(Root Pressure)ની ઘટના ધ્યાનમાં લેવી જોઈએ.

મૂલદાબ (Root Pressure)

ખાસ કરીને જ્યારે ઉત્સ્વેદન પ્રક્રમ મંદ ગતિએ ચાલતો હોય છે અને જમીનમાં પાણી વિપુલ પ્રમાણમાં હોય છે ત્યારે મૂલના કોષો પાણીથી તર થઈ જાય છે અને મૂળપેશીઓમાં સ્થીરદ્રવી (hydrostatic) દાબ ઉત્પન્ન થાય છે. આ દબાણને **મૂલદાબ** કહેવામાં આવે છે. આવો દાબ ધરાવતી સ્થિતિમાં હોય એવા છોડના થડને નીચેના ભાગે કાપવામાં આવે અને જમીન સાથે લાગેલા છેડા ઉપર કાચ કે રબરની નળી બેસાડવામાં આવે તો પાણી ઊંચે ચઢતું જોઈ શકાય છે. આ હકીકત ઉપરથી એમ માનવાને લાલચ થાય કે વનસ્પતિ પાણી મૂલદાબને કારણે ચઢતું હશે. આવો વાદ સ્વીકારવામાં મુશ્કેલી એ છે કે બધી વનસ્પતિઓમાં મૂલદાબ ઉત્પન્ન થતો દેખાતો નથી તેમ જ જેમાં દેખાય છે તેમાં ૩–૪ વા.દા.થી વધારે પરિમાણ મળતું નથી અને જ્યારે વનસ્પતિને પાણીની ખાસ જરૂર હોય એવા ઝડપી રીતે થતા ઉત્સ્વેદન વખતે મૂલદાબ નથી હોતો એટલું જ નહિ પણ એનાથી ઊંધી કહી શકાય એવી પાણીની ખેંચ ઉદ્ભવે છે. આ તનાવને **અપવૃત્ત મૂલદાબ** (*negative root pressure*) કહે છે.

એમ કહી શકાય કે મૂલદાબ અસ્તિત્વમાં હોય ત્યારે પાણીને પ્રકાંડમાં ઊંચે ચઢાવવામાં મદદગાર થઈ પડે છે તેમ જ ઉત્સ્વેદન મંદ ગતિએ ચાલતું હોય ત્યારે પણ આવો દાબ વનસ્પતિને ઉપયોગી થઈ પડે પરંતુ એમ કહી શકાય નહિ કે વનસ્પતિમાં પાણી ઊંચે ચઢાવવા માટે મૂલદાબ આવશ્યક (essential) છે.

(૪) **સંલાગ તનાવ વાદ** (Cohesion Transpiration Tension Theory): આ વાદ અસલ ડીક્ષને રજૂ કર્યો હતો. આ વાદના મૂળભૂત મુદ્દાઓ હાલમાં સર્વસ્વીકાર્ય છે એમ કહી શકાય. વિગતો અંગે મતભેદો છે પણ આ વાદની મુખ્ય સંકલ્પનાઓ (*concepts*) સર્વમાન્ય છે. આ વાદને ટૂંકમાં આ રીતે રજૂ કરી શકાય: વનસ્પતિના આખા અંગમાં પાણી પ્રસરેલું છે અને મૂળથી માંડી પ્રકાંડની ટેચ સુધી કે ઊંચા પર્ણ સુધી પાનીનો અખંડિત પ્રવાહ અથવા સ્તંભ (column) હોય છે. ઉત્સ્વેદનને લીધે વનસ્પત્યંગમાં—ખાસ કરીને પર્ણોમાં—સુકારો લાગવાથી ભૌતિક કારણોને લીધે તનાવ (tension) ઉદ્ભવે છે અને એ બળ અભિસરણ કે રસાકર્ષણ(osmosis)ને કારણે જલવાહીપેશી (xylem)

સુધી પહોંચે છે અને એ તનાવને કારણે પાણીનો પ્રવાહ અથવા સ્તંભ ઊંચે ખેંચાય છે. પાણીના અણુઓ એકબીજા સાથે (સંલાગ (cohesion) ખેંચાણથી એટલા સખત રીતે ચોંટેલા રહે છે કે ઉત્સ્વેદનને કારણે ઉદ્ભવતા તનાવને કારણે પાણીનો સ્તંભ ઊંચે ખેંચાય છે ત્યારે એ સ્તંભ તૂટી પડતો નથી. આ રીતે ડીક્ષન રસારોહણના પ્રક્રમને સમજાવે છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણ (Photosynthesis)

પૃથ્વી ઉપર ઉપલબ્ધ છે તે તમામ શક્તિ (energy) સીધી કે આડકતરી રીતે સૂર્યમાંથી મળે છે એમ કહેવામાં વાંધો નથી. સૂર્યતેજ (solar radiation) રૂપે પૃથ્વી ઉપર આવતી શક્તિને હરિતદ્રવ્યધારી (કલોરોફીલયુક્ત) વનસ્પતિઓ પોતાના વિશિષ્ટ સામર્થ્ય (faculty)થી એવી રીતે ગ્રહણ કરી લે છે કે તેઓ એ (રૂપાંતરિત થયેલી) શકિતનો જરૂર પડે ત્યાં સુધી સંચય કરી શકે છે. આવી વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશશક્તિના ઉપયોગથી પાણી અને કાર્બન ડાયોકસાઈડમાંથી કાર્બોહાયડ્રેટ વર્ગનાં સયોજનો (carbohydrates દા. ત. શર્કરા ,સ્ટાર્ચ વગેરે)નું સંશ્લેષણ (synthesis) થાય છે અને આવાં સંયોજનોમાં પ્રકાશશક્તિ રાસાયણિક શક્તિરૂપે સંગ્રહાયેલી રહે છે. આ સંશ્લેષણ પ્રક્રમ **પ્રકાશસંશ્લેષણ-** (photosynthesis)ના નામથી ઓળખાય છે.

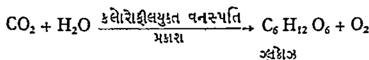
હરિતદ્રવ્યના અભાવને કારણે પ્રકાશશક્તિનો આવો ઉપયોગ કરવાને અસમર્થ એવા જીવો (જેમાં માણસ જાત આવી જાય છે)ને કલોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિઓ દ્વારા શક્તિ ઉપલબ્ધ બને છે. આમ કલોરોફીલહીન જીવો (ફૂગ જેવી વનસ્પતિઓ, બેક્ટીરિયા જેવા સૂક્ષ્મ જીવો અને બધાં પ્રાણીઓ) જેમાંથી શક્તિ મેળવી શકાય એવા પદાર્થો (એટલે કે પોષક દ્રવ્યો અથવા ખોરાક, food) માટે કલોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિઓ ઉપર આધાર રાખે છે.

જે પ્રક્રમથી જીવપિંડોમાં પોષક દ્રવ્યોમાં સંચલિત થયેલી શકિતનો **નિસ્તાર** (release) થાય છે એટલે કે એ છૂટી થઈ બીજા પ્રક્રમો માટે ઉપલબ્ધ બને છે તે પ્રક્રમને **શ્વસન**(respiration)ને નામે ઓળખવામાં આવે છે.

હવે પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસનના પ્રક્રમો સંબંધી જરા વિગતવાર ચર્ચા કરીએ.

પ્રકાશસંશ્લેષણના ક્રમથી કલોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિઓમાં (ખાસ કરીને પર્ણમાં) અનેક એન્ઝાઈમો (પ્રક્રિણ્વો, enzymes) વડે પ્રકાશશક્તિનો ઉપયોગ થઈ કાર્બન ડાયોકસાઈડ (CO_2) અને પાણી (H_2O) કાચા માલ (raw materials) તરીકે વપરાઈ જટિલ કાર્બનિક સંયોજનો બને છે જેમાં પ્રકાશશક્તિ અથવા તેજશક્તિ (radiant energy) નો રાસાયણિક શક્તિના રૂપમાં સંચય થયેલો હોય છે.

આ ક્રમ સાદો નથી પણ તેમાં અનેક અભિક્રિયાઓ (reactions) ચાલે છે જેમાંની ઘણીખરી માટે વિશિષ્ટ એન્ઝાઈમોની જરૂર પડે છે. આ ક્રમનો ટૂંક સાર સૂત્રાત્મક રીતે આમ આપી શકાય:



$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{પ્રકાશ}]{\text{કલોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિ}} \underset{\text{ગ્લુકોઝ}}{C_6H_{12}O_6} + O_2$$

આ સમીકરણથી સમજાશે કે મુખ્ય ઉત્પાદન ગ્લુકોઝ (જે કર્બોદિતાના પ્રતિનિધિ તરીકે લેવામાં આવ્યું છે) ઉપરાંત ઉપોત્પાદ (By-product) તરીકે પ્રાણવાયુ નીકળે છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણના ક્રમને સમજવા માટે આપણે નીચે આપેલા પ્રશ્નોના જવાબ આપવા પ્રયત્ન કરીએ:

(૧) આ ક્રમમાં પ્રકાશનો શું ઉપયોગ થાય છે?

(૨) કલોરોફીલનું આ ક્રમમાં શું મહત્ત્વ છે?

(૩) પ્રાણવાયુ નીકળે છે તેનું ઊગમસ્થાન (source) કયું? CO_2 કે H_2O?

(૪) CO_2માંથી $C_6H_{12}O_6$ અને એવાં બીજાં સંયોજનો બને છે તેમાં સૌથી પ્રથમ કયું સંયોજન બને છે?

(૫) આ આખા ક્રમ માટે પ્રકાશની જરૂર છે કે પ્રકાશના અમુક ભાગ માટે જ પ્રકાશ આવશ્યક છે?

આ પ્રશ્નોના જવાબ નીચેની ચર્ચામાંથી મળશે:

પ્રકાશનું કાર્ય :—પ્રકાશશક્તિથી પાણી H_2Oનું વિઘટન થાય છે અને H^+ અને OH^- આયનો બને છે; આમ થવાથી વિઓક્સ્વ૦

સંભાવ્યતા (reduction potential) અસ્તિત્વમાં આવે છે (બીજી રીતે કહીએ એ તો H^+ આયનો વડે બીજા સંયોજનોની વિઓક્સવણી, reduction થઈ શકે).

આ વિઓક્સવણી સંભાવ્યતા એટલે રાસાયણિક શક્તિનો એક પ્રકાર પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમમાં CO_2ની વિઓક્સવણી થઈ $C_6 H_{12} O_6$ વગેરે બને છે એવું કહી શકાય.

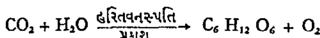
ક્લોરોફીલ

કલોરોફીલ (હરિતદ્રવ્ય, chlorophyll) એ હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓના કોષોમાં મળતા હરિતકણો (chloroplast)માં રહેલું રંગ દ્રવ્ય (pigment) છે; એના જુદા જુદા પ્રકારો છે. એની અણુરચના જટિલ (complex) છે અને એ C, H, O, N અને Mg એ મૂળતત્વોનું બનેલું છે. એને કારણે જ હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓનો હરિત (લીલો) રંગ છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણના પ્રક્રમમાં કલોરોફીલની મધ્યસ્થીથી H^+ આયનોનો ઉપયોગ થઈ પ્રમાણમાં લાંબો વખત જળવાઈ રહે એવા TPNH (અથવા NADPH) જેવા વિઓક્સાવક એન્ઝાઈમો (reducing enzymes) બને છે. TPNH એ એક એન્ઝાઈમના નામનું ટૂંકું રૂપ છે. આ કિણ્વોથી પછી CO_2માંથી વિઓક્સવણી થઈ કર્બોદિતો બને છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમમાં નીકળતો પ્રાણવાયુ

આ પહેલાં આપણે જોયું કે પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમને સૂત્રાત્મક રીતે સમજાવવા માટે—



$$CO_2 + H_2O \xrightarrow[\text{પ્રકાશ}]{\text{હરિતવનસ્પતિ}} C_6 H_{12} O_6 + O_2$$

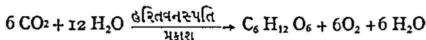
એમ લખી શકાય. જો O_2ના ઉદ્‌ભવસ્થાન વિષે વિચાર ન કરીએ તો સમીકરણ નીચે પ્રમાણે લખાય:—



$$6\,CO_2 + 6\,H_2O \longrightarrow C_6 H_{12} O_6 + 6\,O_2$$

જોઈ શકાશે કે સમીકરણમાં બંને તરફ જુદા જુદા પરમાણુઓની સંખ્યા સરખી છે.

કિરણોત્સારી સમસ્થાની (radioactive isotopes) સંબંધી જ્ઞાન વધતાં એમનો પ્રાયોગિક ઉપયોગ કરી એવું નક્કી થયું છે કે પ્રકાશ-સંશ્લેષણ પ્રક્રમમાં નીકળતા પ્રાણવાયુ O_2ના પરમાણુઓ પાણી H_2Oમાંથી આવે છે; નહિ કે CO_2માંથી. આ હકીકત ધ્યાનમાં લઈને ઉપલા સમીકરણમાં યોગ્ય ફેરફાર કરી હવે નીચે પ્રમાણે લખવામાં આવે છે.



$$6\,CO_2 + 12\,H_2O \xrightarrow[\text{પ્રકાશ}]{\text{હરિતવનસ્પતિ}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2 + 6\,H_2O$$

પ્રકાશસંશ્લેષણના પ્રક્રમમાં સૌ પ્રથમ બનતું કાર્બનિક (કર્બોદિતોને મળતું) સંયોજન

આ દિશામાં ભારે પ્રમાણમાં સંશોધન કરી પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમનું સ્વરૂપ પ્રાયોગિક રીતે નક્કી કરી સ્પષ્ટ કરવામાં આગળ પડતું સ્થાન કેલિફોર્નિયા યુનિવર્સિટીના વૈજ્ઞાનિક કેલ્વીન(Calvin)નું છે. કેલ્વીન અને સાથીદારોના સંશોધન પ્રમાણે આ પ્રક્રમમાં પ્રયોગશાળામાં પારખી શકાય એવું સૌ પ્રથમ સંયોજન ફોસ્ફોગ્લીસરિક એસિડ (ટૂંકામાં PGA) બને છે.

આ આખા પ્રક્રમમાં પ્રકાશનું કાર્ય પાણીનું **પ્રકાશવિશ્લેષણ** (photolysis) કરી H^+ ઉત્પન્ન કરી વિઓક્સવણી સંભાવ્યતા (reduction potential) ઊભી કરવાનું છે. બાકીનો પ્રક્રમ અંધકારમાં પણ ચાલી શકે છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણ ઉપર અસર કરતાં કારકો (factors which influence the process of photosynthesis and its rate):—

(૧) પ્રકાશ (light): આ પ્રક્રમમાં શક્તિના પ્રાપ્તિસ્થાન તરીકે પ્રકાશ છે. પ્રકાશની ગેરહાજરીમાં આ પ્રક્રમ ચાલે નહિ એ સહજ છે.

(૨) કાર્બન ડાયોક્સાઈડ (CO_2): આ વાયુ પ્રકાશસંશ્લેષણ-પ્રક્રમમાં કાર્બન(C)ના પ્રાપ્તિસ્થાન (source) તરીકે છે. વાતાવરણમાં દર ૧૦,૦૦૦ ભાગમાં ૩ ભાગ આ વાયુના હોય છે. વાતાવરણ અને સમુદ્રના પાણી વચ્ચે આ વાયુના સાન્દ્રણ પરત્વે ગતિશીલ સમતોલન (dynamic equilibrium) રહેવાથી વાતાવરણમાં સામાન્ય રીતે આ વાયુનું સાન્દ્રણ અચલ (constant) રહે છે.

આ વાયુ વનસ્પતિની સપાટી (ખાસ કરીને પર્ણસપાટી) ઉપરનાં રન્ધ્રો (પર્ણરન્ધ્રો, stomata) દ્વારા મુખ્યત્વે કરીને વનસ્પતિ–અંગમાં પ્રવેશે છે. વાતાવરણમાંની CO_2ની સાન્દ્રતામાં વધારો થાય તો અને જો બીજાં કારકો યોગ્ય પ્રમાણમાં હોય તો પ્રકાશસંશ્લેષણપ્રમાણ વધે છે.

(૩) ઉષ્ણતામાન (temperature) : જો કાર્બન ડાયોક્સાઈડ અને પ્રકાશ અને બીજાં કારકો જોઈતા પ્રમાણમાં ઉપલબ્ધ હોય તો ઉષ્ણતામાન વધતાં સંશ્લેષણપ્રમાણ વધે છે. આ પ્રક્રમ જોકે ઉષ્ણતામાનની અમુક ચોક્કસ ઉપલી અને નીચલી મર્યાદાઓ વચ્ચે જ ચાલી શકે છે. અમુક ઇષ્ટતમ (optimum) ઉષ્ણતામાન થયા પછી જો એમાં વધારો થાય તો પ્રકાશસંશ્લેષણપ્રમાણ ઘટવા માંડે છે.

(૪) પાણી : આપણે જોયું કે પ્રકાશસંશ્લેષણના પ્રક્રમમાં પાણી કાચા માલ (raw material) તરીકે કામમાં આવે છે. એ ઉપરાંત લગભગ બધી જ શરીરક્રિયાવિષયક અભિક્રિયાઓ (physiological reactions) માટે પાણી આવશ્યક છે.

(૫) ઑક્સીજન : (O_2) વાતાવરણમાં ઑક્સીજનની જે સાન્દ્રતા (concentration આશરે ૨૧ ટકા) સામાન્ય રીતે રહે છે તેના કરતાં જો એ વધે તો તેની અસર પ્રકાશસંશ્લેષણપ્રમાણમાં ઘટાડો કરવાની થાય છે."

(૬) આંતરિક કારકો (internal factors) :

(ક) ક્લોરોફીલ—એનું મહત્ત્વ શું છે તે આપણે જોયું.

(ખ) જીવદ્રવ્યની સ્થિતિ (protoplasmic factors)

આ ઉપરાંત બીજાં અનેક કારકોની વત્તીઓછી અસરો થઈ શકે છે પણ ઉપર દર્શાવેલાં કારકો મુખ્ય છે.

શ્વસન

કોઈ પણ તંત્ર(system)ને ચાલુ રાખવા માટે શક્તિની જરૂર પડે છે. જીવપિંડો (living organisms) ભારે જટિલ પ્રકારનાં તંત્રો જ છે જેના પાયામાં જીવદ્રવ્ય (protoplasm) છે એ આપણે જોયું. જીવંત શરીરમાં અનેક પ્રકારની ક્રિયાઓ ચાલ્યા જ કરે છે. એમાંની ઘણીખરી ક્રિયાઓ ચાલુ રાખવા શક્તિની જરૂર પડે છે. આ શક્તિ ખોરાક(food)માંથી

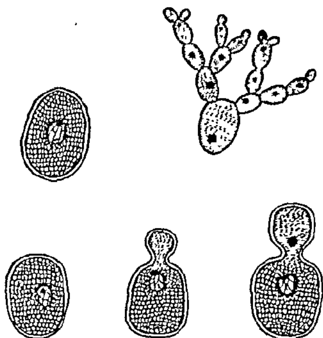
મળે છે. જે પ્રક્રમથી ખોરાકમાં રહેલી શક્તિ જીવિત તંત્રને ઉપલબ્ધ બને છે તેને **શ્વસન** (respiration) કહે છે. ઐતિહાસિક કારણોને લીધે આ પ્રક્રમનું નામ શ્વસન પડયું છે કારણ કે આ પ્રક્રમમાં સાથે પ્રાણીઓની બાબતમાં શ્વાસોચ્છવાસ (inhalation and exhalation)ની ક્રિયા સંકળાયેલી છે, અને એના તરફ જ લોકોનું ધ્યાન પહેલું ખેંચાયેલું. વૈજ્ઞાનિક પ્રગતિથી સમજાયું છે કે મૂળભૂત રીતે પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓના શક્તિ ઉપલબ્ધ કરવાના તંત્રો સામ્ય ધરાવે છે. ઉચ્ચ શ્રેણીની વનસ્પતિઓ અને પ્રાણીઓ એ બંનેમાં શક્તિ-પ્રાપ્તિસ્થાન તરીકે શ્વસનક્રિયાના **અભિક્રિયા લક્ષ્ય** (substrate એટલે કે જે પદાર્થ ઉપર અભિક્રિયા, reaction થવાથી શક્તિ નિસ્તીર્ણ થઈ ઉપલબ્ધ બને છે તે), ગ્લુકોઝ (Glucose, $C_6 H_{12} O_6$) નામની શર્કરા મુખ્યત્વે વપરાય છે, અને એ પ્રક્રમમાં ઑક્સીજન (O_2) ભાગ લે છે. પ્રક્રમને અંતે ગ્લુકોઝનું વિઘટન થઈ CO_2 અને H_2O બને છે. શરીરમાં O_2 લેવા માટે અને CO_2 બહાર કાઢવા માટે ઉચ્ચ પ્રાણીઓમાં શ્વાસોચ્છવાસનું તંત્ર (ફેફસાં) હોય છે પરંતુ એ મૂળભૂત પ્રક્રમ માટે આવશ્યક નથી. પ્રક્રમની મૂળભૂત ક્રિયા તો ખોરાક(પોષક પદાર્થો દા. ત. કાર્બોહાયડ્રેટ)માંથી શક્તિ વિસ્તરણ (release of energy) કરવાની છે. કેટલાક જીવપિંડોમાં આ પ્રક્રમ ઑક્સીજન વગર ચાલે છે (દા. ત. યીસ્ટ, Yeast) અને કેટલાકમાં અભિક્રિયાલક્ષ્ય તરીકે ગ્લુકોઝ સિવાયના પદાર્થો હોય છે.

આ પુસ્તકમાં કરેલી ચર્ચા મુખ્યત્વે કરીને ઉચ્ચ શ્રેણીની વનસ્પતિઓને અનુલક્ષીને કરવામાં આવેલી છે.

શ્વસનક્રિયા દરેકે દરેક જીવંત કોષમાં વણઅટકી ચાલ્યા કરે છે. જો આ પ્રક્રમમા પ્રાણવાયુ(ઑક્સીજન)ની જરૂર પડતી હોય તો એ **વાતશ્વસન** (aerobic respiration) કહેવાય છે; જો પ્રાણવાયુ ન વપરાતો હોય તો **અવાતશ્વસન** (anaerobic respiration).

શ્વસનપ્રક્રમ વાતશ્વસનની રીતે કે અવાતશ્વસનની રીતે ચાલતો હોય પરંતુ એ બંને પ્રકારમાં (જો ગ્લુકોઝ અભિક્રિયા લક્ષ્ય હોય તો) અમુક અભિક્રિયાઓ સરખી જ હોય છે. આ અભિક્રિયાસમૂહને **"ગ્લાયકોલીસિસ"** (glycolysis) નામ આપવામાં આવ્યું છે. આ અભિક્રિયાઓને અંતે ગ્લુકોઝમાંથી પાયરુવિક ઍસિડ (CH_3 CO COOH)

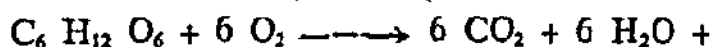
બને છે અને થેાડી રાસાયણિક શક્તિ ઉપલબ્ધ બને છે. આ શક્તિ ATP નામથી ઓળખાતાં અણુઓના રૂપમાં હોય છે.



આકૃતિ ૯૫

યીસ્ટ (Yeast)

પાયરુવિક ઍસિડ બન્યા પછી જો યેાગ્ય પ્રકારના એન્ઝાઈમેા અને પ્રાણવાયુ (ઑક્સીજન) ઉપલબ્ધ હોય તેા વાતશ્વસનની રીતે પાયરુવિક ઍસિડના અણુઓ ઉપર વધારે અભિક્રિયાઓ થઈ છેવટ CO_2 અને H_2O બને છે અને $C_6H_{12}O_6$ ગ્લુકેાઝના અણુમાં રહેલી શક્તિ (જેપ્રકાશશક્તિ-રૂપે પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમથી ગ્લુકેાઝના અણુઓમાં રાસાયણિક શક્તિમાં રૂપાંતરિત થઈ સંચયિત થઈ હતી) જીવપિંડને ઉપલબ્ધ થાય છે. આ પ્રક્રમ-(ગ્લુકેાઝનું વાતશ્વસન)નેા સાર નીચેના સમીકરણથી મળે છે.



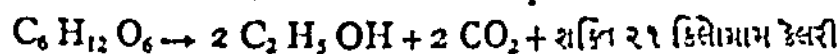
$$C_6H_{12}O_6 + 6\,O_2 \longrightarrow 6\,CO_2 + 6\,H_2O +$$

શક્તિ ૬૭૩ કીલેાગ્રામ કેલરી

આ પ્રક્રમમાં ગ્લુકોઝના બધા C પરમાણુઓની ઓકસવણી (oxidation) થઈ જાય છે.

ગ્લુકોઝનું અવાતશ્વસન (anaerobic respiration of glucose) :

પાયરુવિક ઍસિડ ગ્લાયકોલીસિસની ક્રિયાથી બન્યા પછી જો પ્રાણવાયુ ઉપલબ્ધ નહિ હોય અથવા યોગ્ય પ્રકારના એન્ઝાઈમો નહિ હોય તો શ્વસન અવાતશ્વસનની રીતે ચાલે છે. અહીં યીસ્ટ (Yeast)ના અવાતશ્વસનની ચર્ચા કરીએ. યીસ્ટના અવાતશ્વસનમાં ગ્લુકોઝમાંથી છેવટે મદ્યાર્ક અથવા ઈથીલ આલ્કોહોલ ($C_2 H_5 OH$) બને છે અને કાર્બન ડાયોકસાઈડ નીકળે છે. આ પ્રક્રમથી પણ જીવપિંડને શક્તિ ઉપલબ્ધ બને છે પરંતુ ગ્લુકોઝના અણુ દીઠ મળતું શક્તિપ્રમાણ વાતશ્વસનની સરખામણીમાં ઘણું ઓછું હોય છે, અને ગ્લુકોઝમાંના બધા C પરમાણુઓનું સંપૂર્ણ ઓક્સીકરણ (ઓકસવણી) થતું નથી. સૂત્રાત્મક રીતે આ પ્રક્રમ નીચે પ્રમાણે દર્શાવી શકાય :



$C_6 H_{12} O_6 \rightarrow 2\ C_2 H_5 OH + 2\ CO_2 +$ શક્તિ ૨૧ કિલોગ્રામ કેલરી

કિણ્વન (Fermentation)

સૂક્ષ્મ-જીવો(microorgmisms)માં વિશિષ્ટ પ્રકારના એન્ઝાઈમો હોય છે. આ એન્ઝાઈમોના પ્રાપ્તિસ્થાન (source) તરીકે જ્યારે સૂક્ષ્મ-જીવોનો ઔદ્યોગિક રીતે ઉપયોગ કરી મદ્યાર્ક (ઈથીલ આલ્કોહોલ), સાઈટ્રિક ઍસીડ, લૅક્ટિક ઍસિડ, વિવિધ પ્રજીવકો (vitamins), "ઍન્ટિબાયોટિક" વર્ગનાં રસાયણો (antibiotics) વગેરે વિવિધ ઉત્પાદનો મેળવવામાં આવે છે ત્યારે એ પ્રક્રમો કિણ્વન (fermentation) નામે ઓળખાય છે. મદ્યાર્ક બનાવવા યીસ્ટનો ઉપયોગ થાય છે (આકૃતિ ૯૫).

હરિતવર્ણી વનસ્પતિઓમાં ચાલતા પ્રકાશ સંશ્લેષણના અને શ્વસનના પ્રક્રમો

પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓમાં શ્વસનપ્રક્રમ તો મૂળભૂત રીતે સરખો જ હોય છે પરંતુ દિવસે (સૂર્યપ્રકાશને લીધે) હરિત ક્લોરોફીલયુક્ત વનસ્પતિઓમાં પ્રકાશસંશ્લેષણનો પ્રક્રમ પણ ચાલતો હોય છે. આ પહેલાં જોઈ ગયા તેમ આ પ્રક્રમમાં CO_2 અને $H_2 O$માંથી જટિલ કાર્બનિક સંયોજનો બને છે એટલે

દિવસે ઘણીવાર એવું બનવા સંભવ છે કે વનસ્પતિમાંથી શ્વસનને કારણે બનતો CO_2 બહાર નીકળતા ન દેખાય (કારણ કે એ પ્રકાશસંશ્લેષણ પ્રક્રમમાં વપરાઈ ગયો હોય છે), પરંતુ દિવસે પણ જો લીલી વનસ્પતિને અંધકારમાં રાખવામાં આવે તો CO_2 નીકળતો સાબિત કરી શકાય છે.

ઉચ્ચ શ્રેણીની વનસ્પતિઓમાં ચાલતા પ્રકાશસંશ્લેષણ અને શ્વસનની સરખામણી :

પ્રકાશ સંશ્લેષણ	શ્વસન
(૧) ફક્ત પ્રકાશમાં અને ક્લોરોફીલ ધરાવતા ભાગોમાં ચાલે છે.	(૧) બધા જ જીવોમાં, બધા જ જીવિત-કોષોમાં આખો વખત-દિવસે અને રાત્રે—ચાલ્યા કરે છે.
(૨) CO_2 વપરાય છે અને O_2 બહાર નીકળે છે.	(૨) O_2 વપરાય છે અને CO_2 બહાર નીકળે છે.
(૩) શુષ્ક વજન (dry wright)-માં વધારો થાય છે.	(૩) શુષ્ક વજન ઘટે છે.
(૪) $C_6H_{12}O_6$ જેવા જટિલ પદાર્થોનું CO_2માંથી સંશ્લેષણ થાય છે.	(૪) $C_6H_{12}O_6$નું વિઘટન થઈ CO_2 બને છે.
(૫) પ્રકાશશક્તિનો રસાયણશક્તિ-રૂપે સંચય થાય છે.	(૫) ખોરાકમાંથી સંભાવ્ય (potential) શક્તિ છૂટી થઈ ઉપલબ્ધ બને છે.
(૬) રચનાત્મક પ્રક્રમ	(૬) વિઘટનાત્મક પ્રક્રમ.

વાતશ્વસનપ્રક્રમ ઉપર અસર કરતાં કારકો.

(૧) પોષક દ્રવ્યો—પોષક દ્રવ્યોમાં રહેલી શક્તિ જ શ્વસનથી જીવ-પિંડને ઉપલબ્ધ થાય છે.

(૨) પ્રાણવાયુ (ઑકસીજન)ની વાતાવરણમાંની સાન્દ્રતા

(૩) વાતાવરણમાંની CO_2ની સાન્દ્રતા

(૪) ઉષ્ણતામાન—સામાન્ય રીતે (અમુક મર્યાદામાં) ઉષ્ણતામાનમાં વધારો થતાં શ્વસનપ્રમાણ વધે છે.

(૫) જીવદ્રવ્યની સ્થિતિ—અંદર પાણીનું પ્રમાણ, એન્ઝાઈમો વગેરે.

આ સિવાય ઈજા (injury) થવાથી, કેટલાંક રસાયણોથી અને બીજાં કારણોએ શ્વસનપ્રમાણમાં વધઘટ થઈ શકે છે.

સંચરણ અથવા ગતિ (Movement)

જીવિતો મૂળભૂત રીતે ઉત્તેજનશીલતા(irritability)નો ગુણધર્મ ધરાવે છે તે આપણે આ પહેલાં જોઈ ગયા છીએ.

મોટા ભાગની વનસ્પતિઓ પ્રાણીઓની સરખામણીમાં ગતિશીલ નથી. પ્રાણીઓ ગતિ કરી સ્થળાંતર કરે છે જે મૂળ વડે જમીનમા ચોટેલી વનસ્પતિઓમાં શકય નથી. આમ છતાં વનસ્પતિનાં અંગોમાં હલનચલન અથવા સંચરણ તો થાય છે જ. દા. ત. કોઈ પણ છોડ વૃદ્ધિ પામતો હોય છે ત્યારે એની ટોચ ધીમે ધીમે ઊંચે જાય છે; એ જ પ્રમાણે પ્રકાશની દિશા પ્રમાણે વનસ્પતિ-અંગોનું સ્થાન બદલાય છે. એટલું ખરું કે વનસ્પતિમા થતું હલનચલન સામાન્ય રીતે એટલું ધીમે થાય છે કે આપણે ખાસ ધ્યાન ન આપીએ તો તે ખ્યાલ બહાર જાય. લજામણી જેવી વનસ્પતિઓ અપવાદરૂપ છે. આ વનસ્પતિના પર્ણને હાથ અડાડીએ કે તરત પર્ણો બીડાઈ જાય છે.

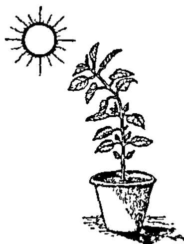
નીચી કક્ષાની વોલ્વોક્સ (Volvox) અને બેક્ટીરિયા જેવી વનસ્પતિઓ અને ચલન-રોમ(cilia)વાળા ઝુસ્પોરમાં સ્થળાંતર ગતિ પણ થાય છે.

આ ગતિ અથવા હલનચલન સંવેદનશીલતા અથવા ઉત્તેજનશીલતાને કારણે જ થાય છે. પર્યાવરણ(environment)માં થતો કોઈ પણ ફેરફાર ઉત્તેજક અથવા ઉદ્દીપક(stimulus)નું કામ કરે છે અને પરિણામે વનસ્પતિ-અંગમાં પ્રતિક્રિયા અથવા અનુક્રિયા(response)રૂપે જે અભિક્રિયાઓ થાય છે તે ગતિ અથવા હલનચલનમાં પરિણમે છે.

હલનચલન અથવા ગતિની દિશા જ્યારે ઉદ્દીપકની દિશા ઉપરથી નક્કી થતી હોય છે ત્યારે હલનચલનનું **અનુવર્તન** (tropism) તરીકે વર્ગીકરણ કરવામાં આવે છે. આવી ગતિને **અનુવર્તી ગતિ** (tropic movement) કહેવામાં આવે છે. ઉદ્દીપક ઉપરથી અનુવર્તી ગતિને જલાનુવર્તી (hydrotropic) ગુરુત્વાનુવર્તી (geotropic), પ્રકાશાનુવર્તી (phototropic) વગેરે વિશેષણ લગાડવામાં આવે છે.

પ્રકાશાનુવર્તન (Phototropism) :

ઘરમાં છોડોનાં કૂંડાં રાખવાનો જેમને શોખ છે તેમણે જોયું હશે કે જે તરફથી પ્રકાશ આવતો હોય છે તે તરફ છોડ (ઉપલો ભાગ અથવા પ્રરોહ, shoot) નમે છે. જો અંગ ઉદ્દીપક તરફ નમે તો તે **અનુલોમવર્તી** (positively tropic) અને ઉદ્દીપકથી દૂર જાય તો **પ્રતિલોમવર્તી** (negatively tropic) કહેવાય છે. આ પ્રમાણે પ્રરોહ (shoot) કે જે પ્રકાશ તરફ વળે છે તે **અનુલોમ પ્રકાશાનુવર્તી** (positively phototropic) છે જ્યારે મૂળ (root) જે પ્રકાશથી દૂર જવાની ચેષ્ટા કરે છે તે **પ્રતિલોમ પ્રકાશાનુવર્તી** (negatively phototropic છે.)



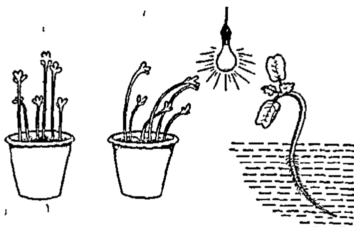
આકૃતિ ૯૬
પ્રકાંડનું અનુલોપ પ્રકાશાનુવર્તન (positive phototropisw seen in a stem).

ગુરુત્વાનુવર્તન (Geotropism) :

પૃથ્વીના ગુરુત્વાકર્ષણને લીધે વનસ્પતિમાં જે પ્રતિક્રિય અથવા અનુક્રિયા થાય છે તેને **ગુરુત્વાનુવર્તન** (geotropism) કહે છે. છોડવાળા કૂંડાને આડું રાખીએ તો થોડા દિવસમાં જણાશે કે પ્રરોહ વળીને ઊંચે જશે અને મૂળને તપાસતાં તે વળીને નીચે જતાં દેખાશે. આમ પ્રરોહ એ **પ્રતિલોમ ગુરુત્વાનુવર્તી** (negatively geotropic) છે અને મૂળ **અનુલોમ ગુરુત્વાનુવર્તી** (positively geotropic) છે.

જલાનુવર્તન (Hydrotropism) :

જમીનમાં જે ભાગ તરફ ભીનાશ વધારે હોય તે તરફ મૂળ વળે છે અને આગળ વધે છે. આ રીતે મૂળ **અનુલોમ જલાનુવર્તી** (positively hydrotropic) છે.



આકૃતિ ૯૭

પ્રકાશાનુવર્તન (phototropism) પ્રકાંડ અનુલોમ પ્રકાશાનુવર્તી (positively phototropic) છે. જ્યારે મૂલ પ્રતિલોમ પ્રકાશાનુવર્તી (negativeiy phototropic) છે.

સ્પર્શાનુવર્તન (Thigmotropism):

પ્રતાન અથવા તણાવા (tendrils) ટેકાને વીંટળાઈને ઊંચે ચઢે છે. ટેકા સાથે સ્પર્શ થતા પ્રતાન વળે છે. એ સ્પર્શાનુવર્તન (thigmotropism)નુ ઉદાહરણ છે.

વૃદ્ધિ (Growth)

છોડનો ભાગ અમુક દિશા તરફ વળે છે એના કારણમા ઘણીવાર જે તે ભાગમાં જુદી જુદી જગાએ વૃદ્ધિનું પ્રમાણ ઓછું-વત્તુ હોય છે તે હોય છે. વૃદ્ધિનો સામાન્ય ખ્યાલ (differential growth) તો બધાને હોય છે જ. હવે એ ક્રમ સબંધી જરા વિગતવાર વિચારીએ.

વૃદ્ધિમા મૂળભૂત રીતે તો જીવદ્રવ્ય પોતાની પ્રવૃત્તિથી પર્યાવરણ-(environment)માંથી જરૂરી તત્ત્વો લઈ પોતાના જેવુ જ દ્રવ્ય બનાવે છે તે **સ્વયંનિર્માણ** (self-duplication) છે. જ્યારે કોઈ શરીરના વજન કે કદમા અથવા બંનેમા કાયમી વધારો થાય છે ત્યારે, સામાન્ય રીતે, "વૃદ્ધિ થઈ" એમ ગણવામા આવે છે. એક કોષનું વિભાજન થઈ તેમાથી બે કોષ

થાય છે અને દરેક નવા કોષની વૃદ્ધિ થઈ મૂળ કોષ જેવા બે નવા કોષો બને છે. વૃદ્ધિના મૂળમાં ઘણુંખરું આ ક્રિયા રહેલી હોય છે. કોષ એ જીવોનો રચનાએકમ (structural unit) છે એ જોતાં કોષની વૃદ્ધિ સંબંધી વિચાર કરીએ.

કોષ વિભાજન અને વૃદ્ધિ માટે પહેલી જરૂરિયાત તો એ છે કે કોષ પાણીથી તર થયેલો (સ્ફીત, turgid) હોવો જોઈએ. વૃદ્ધિકાળને ત્રણ તબક્કાઓમાં વહેંચી શકાય :

(૧) નિર્માણકાળ (The Phase of Formation)

(૨) પરિવૃદ્ધિકાળ (વિવર્ધનકાળ, The Phase of Enlargement)

(૩) પરિપક્વન કાળ (The Phase of Maturation)

નિર્માણ કાળ એટલે કોષ વિભાજન થઈ નવા બે કોષો બનવાનો તબક્કો; વિવર્ધનકાળ એટલે નવા બનેલા કોષો કદમાં વધવાનો તબક્કો; અને પરિપક્વનકાળ એટલે જે તબક્કામાં કોષોનું વિશિષ્ટીકરણ અથવા વિભિન્નીકરણ (differentiation) થઈ જુદાં જુદાં કાર્યો (functions)ને અનુરૂપ કોષો તૈયાર છે તે.

વનસ્પતિવૃદ્ધિ ઉપર અસર કરતાં કારકો (Factors influencing plant growth) :

(૧) ભૂમિજલ

(૨) ભૂમિજલમાંનાં ખનીજ તત્ત્વો

(૩) પ્રકાશ

(૪) ઉષ્ણતામાન

(૫) વાતાવરણ—ખાસ કરીને O_2 અને CO_2ની સાન્દ્રતા.

આ સિવાય ગુરુત્વાકર્ષણ, વાતાવરણદાબ અને પવનનું જોર અને દિશા અને એવાં બીજા કારકોની પણ વૃદ્ધિક્રમ ઉપર અસર થાય છે.

પ્રકરણ ૧૯

વનસ્પતિની ઉપયોગિતા

આર્થિક વનસ્પતિશાસ્ત્ર

આ પહેલાનાં પ્રકરણોમાં આપણે વનસ્પપતિનો ઉપયોગિનાની દષ્ટિએ અભ્યાસ કર્યો નથી. હવે આપણે જોઈએ કે વનસ્પતિ માનવ જાતને કેટલી ઉપયોગી છે.

પ્રકાશસંશ્લેષણવાળા પ્રકરણમાં આપણે જોયું કે એ ક્રિયાને લીધે જ જીવસૃષ્ટિ આ પૃથ્વી ઉપર ટકી રહી છે અને આ ક્રિયા ફક્ત લીલારંગવાળી વનસ્પતિઓને લીધે જ થાય છે.

મનુષ્ય મુખ્યત્વે ત્રણ બાબતો માટે વનસ્પતિનો ઉપયોગ કરે છે :

(૧) અન્ન (Food),

(૨) વસ્ત્ર (Clothing), અને

(૩) છત્ર (Shelter એટલે કે રહેઠાણ માટે ઘર).

આ ઉપરાંત પોતાના પાળેલાં જાનવરોના ખોરાક (feed) માટે પણ મનુષ્ય વનસ્પતિ ઉપર જ આધાર રાખે છે.

માનવ સંસ્કૃતિની પ્રગતિનો ઇતિહાસ ખેતી કરવાની કળાની પ્રગતિ સાથે સંકળાયેલો છે અને એક વખત ભટકતી જિંદગી ગાળતી માનવ-જાતિઓ ખેતી કરવા માંડતાં એક સ્થળે સ્થગિત થઈ અને એ રીતે ધીમે ધીમે નગરો અસ્તિત્વમાં આવ્યાં, અને આજની લોકશાહીનાં મૂળમાં એ નગરની રાજપદ્ધતિ જ છે.

કોલંબસ તેજાનાના દેશોમાં પહોંચવાનો ટૂંકો દરિયાઈ રસ્તાની શોધમા જ નીકળ્યો હતો અને એ પહોંચી ગયો અમેરિકા ખંડમાં. તેજાનાને કારણે જ પૂર્વના ઘણા દેશોએ પોતાની સ્વતંત્રતા ગુમાવી અને ત્યા પરદેશીઓએ પોતાનાં સામ્રાજ્યો સ્થાપ્યાં. આધુનિક સામ્રાજ્યોના મૂળમાં કોઈ ને કોઈ ચીજના વેપાર પર એકહથ્થુ કાબૂ રાખવાનો હેતુ જ માલૂમ પડશે.

અંગ્રેજોએ સદીઓ સુધી ચીન ઉપર અફીણના વેપાર માટે અને હિન્દ ઉપર રૂ અને બીજા કાચા માલ માટે પોતાની સત્તા જમાવી. તેવી જ રીતે નેજાના, રબર વગેરે માટે વલંદા (Dutch) લોકોએ દૂર પૂર્વના જાવા, સુમાત્રા, ઈન્ડોનેશિયા વગેરે દેશો ઉપર અંકુશ જમાવ્યો હતો. સ્પેનીશ લોકો અમેરિકા ખંડમાં સત્તા જમાવવા મથેલા તેના મૂળમાં ત્યાં થતી તંબાકુની પેદાશ પણ હતી.

હવે આપણે વનસ્પતિઓનું જુદા જુદા ઉપયોગ પ્રમાણે વર્ગીકરણ કરીએ.

(૧) ખોરાક (food) માટેની વનસ્પતિઓ.

(ક) ધાન્યો (અથવા શુકધાન્યો–cereals).

આ બધાં જ તૃણવર્ગ (Gramineae)માં આવે છે. ધાન્યો વનસ્પતિ વિજ્ઞાનની દૃષ્ટિએ ફળ છે. પરાપૂર્વથી માનવજાત પોતાના મુખ્ય ખોરાક તરીકે ધાન્યોનો ઉપયોગ કરતી આવી છે. ધાન્યોમાં એવું શું છે કે આ રીતે સદીઓથી ખોરાક તરીકે તેઓ અગ્ર સ્થાન ભોગવે છે ?

(૧) ખોરાકમાં જરૂરી એવાં પ્રોટીન અને કાર્બોહાયડ્રેટ ધાન્યોમાં સારા પ્રમાણમાં છે;

(૨) ધાન્યોમાં પાણીનું પ્રમાણ બહુ ઓછું છે એ કારણે લાંબી મુદત સુધી ભરી રાખવા છતાં એ બગડતાં નથી;

(૩) શાકભાજીને હિસાબે ધાન્યોમાં વજનના દર એકમે પોષક તત્ત્વો વધારે હોવાથી ધાન્યો ઓછી જગા રોકે છે.

(૪) મજૂરીના પ્રમાણમાં ધાન્યોનો પાક (yield) સારો ઊતરે છે;

(૫) દુનિયાના દરેક ભાગમાં કોઈ ને કોઈ ધાન્ય પકવી શકાય છે.

હિન્દનાં મુખ્ય ધાન્યો :—

(૧) ડાંગર (Paddy) **Oryza sativa,**

(૨) ઘઉં (Wheat) **Triticum spp.**

(૩) જુવાર (**Sorghum vulgare**) અને બાજરી (**Pennisetum typhoides**) — **Indian millets.**

(૪) મકાઈ (Maize) Zea mays.

(૫) રાગી (Eleusine coracana).

કોદરા (Paspalum scrobiculatum).

જવ (Hordeum vulgare).

ઓટ્સ (Oats) Avena sativa વગેરે.

(ख) કઠોળ (Pulses) Leguminosae વર્ગની વનસ્પતિઓના ખોરાકમાં વપરાતા સૂકવેલાં બી. કઠોળમા પ્રોટીનનુ પ્રમાણ વધારે છે અને એ કારણે ધાન્ય અને કઠોળ એકબીજાના પૂરક છે.

દાખલા

(૧) તુવર (*Cajanus indicus*)

(૨) અડદ (Phaseolus mungo)

(૩) ચણા (*Cicer arietinum*)

(૪) મસુર (Lens esculenta)

(૫) મગ (Phaseolus radiatus)

(૬) મઠ (Phaseolus aconitifolius)

(૭) વાલ (Dolichos lablab)

(૮) લાંગ (Lathyrus sativus)

(ग) તેલીબિયાં (Oilseeds)

તલ (Sesamum indicum)

મગફળી (Arachis hypogea)

કોપરાં (Cocos nucifera)

સરસવ (Eruca sativa)

રાઈ (Brassica juncea) વગેરે.

(घ) શાકભાજી (Vegetables): આ વર્ગમા તેલીબિયાં પછી તાજી વનસ્પતિના જે કોઈ અંગ રાંધીને ખાવામા આવે છે તે બધાનો સમાવેશ થાય છે. પોષણની દૃષ્ટિએ શાકભાજીઓથી ખનિજ દ્રવ્યો (minerals)

અને પ્રજીવકો (vitamins) મળે છે. ઉપરાંત અપાચ્ય એવો સેલ્યુલોઝનો ભાગ *Roughage*નું કામ કરે છે.

દા૦ ત૦ મૂળ (મૂળા, ગાજર, સક્કરીઆ, રતાળુ, ટેપિઓકા વગેરે).
કાંડ (બટાકા, સૂરણ).
પર્ણ (ભાજીઓ-તાંદળજો, પોઈ, લૂણી, પાલખ, આળુનાં પાન, સુવાની ભાજી, કોબી વગેરે).
પુષ્પ (કૉલી ફ્લાવર, અગથિયાનાં ફૂલ, વર્ધા ડોળી, કેળનો દોડો વગેરે).
ફળ (બધી જ સીંગો, દૂધી, રીંગણાં, ટામેટાં, ભીંડા, કોળુ વગેરે).
બીજ (લીલા વટાણા, વાલના લીલવા, તુવરના દાણા વગેરે).

બટાકા અને ટેપિયોકામાં સ્ટાર્ચ પુષ્કળ હોવાથી ધાન્યની જગાએ પણ એ વપરાય છે.

કચુંબર (Salads), જે વનસ્પતિ અંગ મુખ્ય વાનગી સાથે કાચું ખાવામાં આવે છે તેને કચુંબરની ચીજ ગણવામાં આવે છે. અનેક જાતની વનસ્પતિનો આવો ઉપયોગ થાય છે. દા૦ ત૦ કાકડી, કાંદા, બીટ, લેટ્યુસ, મૂળા, મોગરી વગેરે.

(ઙ) ફળ (Fruits) :—

જે ફળો રસાળ અને મીઠાં હોય છે અને કાચાં જ ખાવામાં આવે છે તેમને સામાન્ય ભાષામાં ફળ કહેવામાં આવે છે. આ દૃષ્ટિએ કેરી, પપૈયુ, નારંગી, ચીકુ, દાડમ વગેરે આ વર્ગમાં આવે. ધાન્યો શાસ્ત્રીય રીતે ફળ છે ખરાં પણ ઉપર કહ્યું તે દૃષ્ટિએ એમની ગણત્રી લોકભાષામાં ફળ તરીકે થતી નથી.

(ચ) સૂકો મેવો (Dry fruits and nuts).
બદામ (**Prunus amygdalus**).
અખરોટ (**Juglans regia**).
કાજુ (**Anacardium occidentale**).
પિસ્તા (**Pistacio vera**).

ખારેક અને ખજૂર (**Phoenix** spp.).

ચીલગોઝા (**Pinus gerardiana**).

(છ) તેજાના (spices) અને મરી મસાલા (food adjuncts).

જેમાં essential oils છે એવાં વનસ્પતિના કોઈ પણ અંગો જે ખોરાકમાં સોડમ (સુગંધ, સુવાસ, flavour) માટે ઉમેરવામાં આવે છે તે આ વર્ગમાં આવે છે. આમાંની ઘણી ચીજો સૂકી અને કકણ હોય છે. તે આખી અથવા દળેલી વપરાય છે. તેજાના નાખવાનો મુખ્ય હેતુ ખોરાકને વધારે સ્વાદિષ્ટ (tasteful) અને રુચિકર (appetising) કરવાનો હોય છે. દા૦ ત૦

કાંડ (હળદર–**Curcuma longa**),

(આદુ–**Zingiber officinale**)–સૂકું આદુ સૂંઠ કહેવાય છે

છાલ (કાંડની છાલ–તજ–**Cinnamomum zeylanicum**)

પર્ણ તમાલપત્ર (**Cinnamomum tamala**).

મીઠો લીંબડો (**Murraya koenigii**).

કોઠમીર (લીલા ધાણા)–(Leaves of **Coriandrum sativum**).

પુષ્પ-લવંગ (અવિકસિત પુષ્પકળી)–(**Eugenia caryophyllata**).

કેસર (સ્ત્રીકેસરનલિકા-style અને સ્ત્રીકેસરાગ્ર-stigma)–**Crocus sativus**).

ફલ એલચી (**Elettaria cardemomum**).

મરી (**Piper nigrum**).

ધાણા (**Coriandrum sativum**).

જીરૂ (**Cuminum cyminum**).

વરીઆળી (**Foeniculum valgare**) વગેરે.

બીજ–જાયફળ (**Myristica fragrans**)–જાયફળ ખરી રીતે બીજ છે અને એના ઉપરનું વધારાનું બીજાવરણ (**additional seed coat**) જાવંત્રી (**Mace**) તરીકે પ્રસિદ્ધ છે.

રાઈ (**Brassica juncea**).

આ ઉપરાંત **Lichen** વર્ગની કેટલીક વનસ્પતિઓ તેજાનામાં દગડફૂલ નામથી વપરાય છે,

આ ઉપાંત ખાંડ અને ગોળ એ શેરડી—**Saccharum officinarum**ના કાંડના રસમાંથી કાઢેલો સ્ફટીકમય પદાર્થ છે; સાબુદાણા એ **Metroxylon sagu** અને એને મળતા તાડ જેવા વૃક્ષોના કાંડના ગરમાંથી બનાવવામાં આવે છે. ખાંડ બીટ (**Beta vulgaris**)ના મૂળમાંથી પણ કાઢવામાં આવે છે.

(૨) પીણાંઓ (Beverages).

પીણાંઓ મુખ્યત્વે એમાનાં ઉત્તેજક તત્ત્વોને લીધે વપરાય છે. એમાં પોષક તત્ત્વો ખાસ હોતાં નથી. એના મુખ્ય બે વર્ગો છે :

(૧) મદ્યાર્કવાળાં (Alcoholic) અને

(૨) મદ્યાર્કવિહીન (Non alcoholic).

પહેલા વર્ગમાં વ્હીસ્કી, બ્રાન્ડી, રમ, જીન, શેરી, શેમ્પેઇન, બીયર, બેવરો, તાડી વગેરે આવે છે.

(૨) મદ્યાર્કવિહિન પીણાંઓ :—

(क) ચહા (**Thea sinensis**નાં પર્ણ),

(ख) કોફી (**Coffea arabica**નાં બીજ),

(ग) કોકો (**Theobroma cacao**નાં બીજ),

(घ) ઠંડક માટે પીવાતાં ગુલાબ, કેવડો, કોકમ વગેરેનાં શરબતો અને જુદાં જુદાં ફળના રસ.

(૩) પ્રાણીઓ માટે ઘાસચારો (feed for animals, fodders).

ધાન્યોનાં પરાળ અને કડબ (straw) અને તૃણવર્ગની વનસ્પતિનાં પાન અને છોડના કુમળા ભાગો ઢોરને ખવડાવવામાં આવે છે. આવી વનસ્પતિઓના લીલા છોડ પણ ઢોરને ખવડાવે છે.

દૂધાળાં ઢોરને અને બળદોને જરૂર પડ્યે કપાસિયા, મેથી, કુશકી, ખોળ વગેરે ખવડાવવામાં આવે છે.

(૪) રોનજી, કામળા કંતાન, દોરડા, વસ્ત્રો, બનાવવા માટે વપરાતા તાર અને રેષા.

(क) રૂ (**Gossypium** spp ના cotton બીજ ઉપરના તાર Fibres).

(ख) શણ–Jute (**Corchorus** spp)ના કાંડમાથી કાઢેલા રેષા. એમાથી કંતાન અને દોરડા બને છે.

(ग) લીનન–અળસી (**Linum usitattissimum**) ના કાંડના રેષા એમાથી કાપડ અને દોરી બનાવવામા આવે છે.

(घ) કાથી (**Cocos nucifera**) નાળિયેરીના ફલાવરણના બાહ્યસ્તરમાથી કાઢેલા રેષા. એમાથી દોરડા, સાદડી, પગલુછણિયા, વગેરે બને છે. તે ઉપરાત ફર્નિચરમા ગાદી બનાવવા માટે પણ એનો ઉપયોગ થાય છે.

(ङ) આ ઉપરાત નેતરના કાંડની પાતળી પટ્ટીઓ અથવા આખા પાતળા કાંડો તેમ જ વાસના કાંડોની પટ્ટીમાથી ફર્નિચર અને સાદડીઓ બનાવવામા આવે છે ખસ (**Vetiveria zizanioides**)ના રેષામય તંતુમૂળ (Fibrous roots)માથી પ્રખ્યાત ખસની ટટ્ટી અને પ ખા બને છે

(च) શીમળા (**Salmalia Malabarica**)ના બીજ ઉપરના તારએ ગાદી, ગાદલા, ઓશીકા વગેરે બનાવવાના કામમા આવે છે

(૫) ઈમારતી લાકડા (Timber) :–

(क) સાગ Teak–**Tectona grandis**

(ख) સીસમ **Dalbergia sissoo.**

(ग) દેવદાર **Cedrus deodara.**

(घ) સાલ **Shorea robusta.**

(ङ) મહૂડો **Madhuka latifolia.**

(च) સાદડ **Terminalia tomentosa.**

(छ) બાવળ **Acacia arabica.**

ખેર **Acacia catechu.**

(झ) વાંસ **Bambusa arandinaceg** વગેરે.

આ ઉપરાંત તાડનાં પાન અને કેટલીક જાતનાં ઘાસ ઝુંપડીઓ બનાવવા માટે વપરાય છે.

(૬) ઔષધીય વનસ્પતિ (Medicinal plants).

અસંખ્ય વનસ્પતિઓ આ કામે વપરાય છે, અને વનસ્પતિનાં જુદાં જુદાં અંગો કામમાં આવે છે. મુખ્યત્વે અલ્કલોઇડ (alkaloid) વર્ગનાં રસાયણ ધરાવતી વનસ્પતિઓ વધારે વપરાય છે. જાણીતા દાખલાઓમાં કિવનાઈન–**Cinchona** spp.ની છાલમાંથી મળે છે જ્યારે સર્પગંધા (**Rauwolfia serpentina**)નાં મૂળમાંથી 'રીસર્પાઈન' નામનું અલ્કલોઈડ નીકળે છે. ધંતુરો (**Datura** spp.), આંકડો (**Calotropis** spp.), રૂદંતી **Capparis moonii**), અરડુસો (**Adhatoda vasica**), ઈન્દ્રજવ (**Holarrhena antidysenterica**) વગેરે.

ફુગ વર્ગની પેનિસિલિયસ જેવી વનસ્પતિઓમાંથી પેનિસીલીન, સ્ટ્રેપ્ટો માઈસીન વગેરે એન્ટિબાયોટિક ઔષધીઓ બનાવવામાં આવે છે.

(૭) આ સિવાયની ઔદ્યોગિક ઉપયોગની વનસ્પતિઓ.

(क) રબર (**Ficus elastica** અને **Hevea braziliensis**).

(ख) બૂચ **Cork–Quercus** spp.

(ग) કાગળ બનાવવાના ઉદ્યોગમાં વપરાતી વનસ્પતિઓ— વાંસ, વાંસની જાતો જેમાં સારા પ્રમાણમાં શુદ્ધ સેલ્યુલોઝ મળે એવી જાતિઓ.

(घ) Essential oils, વગેરે.

(ङ) ગુંદર, રાળ, ચર્મ ઉદ્યોગમાં વપરાતો ટેનિન મેળવવામાં ખપ લાગતી વનસ્પતિઓ.

વનસ્પતિ શાસ્ત્રની જે શાખામાં વનસ્પતિઓનો તેમની આર્થિક ઉપયોગિતાની દૃષ્ટિએ અભ્યાસ કરવામાં આવે છે તેને **આર્થિક વનસ્પતિશાસ્ત્ર** (Economic Botany) કહે છે.

અનુપ્રયુક્ત વનસ્પતિશાસ્ત્ર
(Applied Botany)

વનસ્પતિ શરીરક્રિયા વિજ્ઞાન(Plant Physiology)નાં અન્વેષણો વનસ્પતિ પ્રસાર અને ખેતીવાડીની વધારે સારી રીતો ખોળવામાં ઘણાં ઉપયોગી નીવડ્યાં છે. તે જ પ્રમાણે વનસ્પતિજન્ય ઉત્પાદનોને જાળવવાની રીતો ખોળવામાં વનસ્પતિ શરીરક્રિયા વિજ્ઞાન અને રોગવિજ્ઞાન તેમ જ સૂક્ષ્મજીવવિદ્યા (Microbiology)માં થયેલી શોધો મહત્ત્વની રીતે ઉપયોગી નીવડી છે. આ ઉપરાંત વનસ્પતિશાસ્ત્રની જુદી જુદી શાખાઓમાં થયેલા અન્વેષણોથી સ્થપાયલા સિદ્ધાંતો કૃષિવિજ્ઞાન (શસ્યવિજ્ઞાન અથવા Agronomy)ઉદ્યાનવિજ્ઞાન (Horticulture), વનવિજ્ઞાન (વનવિદ્યા, Forestry). આ ઔષધનિર્માણનાં ક્ષેત્રો (Medicine, Pharmacology વગેરે)માં ઉપયોગી છે.

વનસ્પતિઓને વનસ્પતિજન્ય રોગો પણ ઘણા થાય છે. આવા રોગો સંબંધી અભ્યાસ કરવો એ ખેતીવાડી માટે અને ઔદ્યોગિક દૃષ્ટિએ ખાસ મહત્ત્વનું છે. આખો અભ્યાસ વિજ્ઞાનની વનસ્પતિ રોગવિજ્ઞાન (Plant Pathology) નામની શાખામાં પરિણમ્યો છે.

વનસ્પતિઓને થતાં રોગો

પ્રાણીઓની જેમ વનસ્પતિઓને પણ રોગો થાય છે. આ રોગો સંબંધી અભ્યાસ કરવો એ ઘણું મહત્ત્વનું છે કારણ કે આવા રોગોને કારણે ખેતીવાડીમાં કરોડો રૂપિયાનું નુકસાન થાય છે. આ વિષયમાં એટલું બધું કામ થયું છે કે **વનસ્પતિરોગવિજ્ઞાન** (Plant Pathology) સ્વતંત્ર વિદ્યા શાખા તરીકે વિકસ્યું છે.

વનસ્પતિને થતા રોગો સામાન્ય રીતે ત્રણ પ્રકારના હોય છે: (૧) પરજીવીજન્ય રોગો (parasitic diseases), (૨) અપરજીવીજન્ય રોગો અને (૩) વાઇરસજન્ય રોગો (virus diseases). નામ દર્શાવે તેમ પરજીવીજન્ય રોગો પરજીવીઓ(Parasites)ને કારણે થાય છે; વાઇરસ

આ રીતે આ "રસ્ટ"નું જીવનચક્ર પૂરું થવા માટે બે પરપોષીઓ (host)ની આવશ્યકતા રહે છે.

કુંડ અથવા સ્મટ (Smut)

જે છોડોને આ રોગ થાય છે તેના ઉપર કાજળ જેવા દેખાતા સ્પોર-સમૂહો એ રોગની લાક્ષણિક નિશાની છે. આ રોગો ઘઉં, જુવાર, બાજરી, મકાઈ વગેરે ધાન્યોને થાય છે. પરપોષી છોડને ફૂલ આવીને દાણા બંધાયા પછી આ રોગની જનક ફૂગ વધારે સ્પષ્ટ રીતે ધ્યાનમાં આવે છે. એક વાર ફૂગ દાણામાં ભરાયા પછી રોગ ઝડપથી વધે છે અને કાળા કાજળ જેવા સ્પોરો બને છે. પરપોષીના દાણા ફૂગથી ભરાઈ જાય છે. સ્પોરો પવનથી ઊડીને બીજે પડે છે અથવા છોડ પાસે જ જમીનમાં પડી નજીકના બીજા છોડોને લાગી શકે છે.

બેક્ટીરિયા :

બેક્ટીરિયા (Bacteria) કદાચ બધા જીવપિંડોમાં સૌથી નાના અને સરળ રચનાવાળા હશે. તેઓ પરજીવી (Parasitic) અથવા શવજીવી (Saprophytic) હોય છે. તેઓ લગભગ સર્વવ્યાપી છે. આપણી આજુબાજુ હવામાં, પાણીમાં અને માટીમાં તેઓ હોય છે, ઘણાખરાં બેક્ટીરિયા બિનનુકસાનકારક છે; થોડાં તો ઉપયોગી પણ છે પરંતુ જે થોડાં બેક્ટીરિયા રોગજનક છે તે આપણે માટે ભારે મહત્ત્વનાં છે.

કદ અને રચના : નાનામાં નાનું બેક્ટીરિયમ આશરે અર્ધા માઈક્રોન (માઈક્રોન એટલે મિલિમીટરનો હજારમો ભાગ)જેટલું લંબાઈમાં હોય છે પરંતુ સામાન્ય રીતે બેક્ટીરિયા લગભગ ૨ માઈક્રોન જેટલાં હોય છે. દર્દીના એક ટીપામાં લાખો બેક્ટીરિયા મળી શકે એટલા નાના કદનાં એ હોય છે. બેક્ટીરિયમ કોષનું કવચ (Wall) સેલ્યુલોઝનું પણ નથી બનેલું હોતું કે નથી ચીટીનનું. એ કોષોમાં કલોરોફીલ પણ નથી હોતું, તેમ જ કોષકેન્દ્ર (Nucleus) પણ સ્પષ્ટ દેખાતું નથી. કેટલીક જાતિઓ ગતિશીલ નથી હોતી તો કેટલીક જાતિનાં બેક્ટીરિયા પ્રવાહી માધ્યમમાં સક્રિય રીતે તરી શકે છે. તરવાનું સામાન્ય રીતે સીલિયા અથવા ચલનતંતુ કે ચલનરોમ (Cilia)ને કારણે શક્ય બને છે.

આકાર : સામાન્યતઃ ત્રણ પ્રકારના આકારોનાં બેક્ટીરિયા મળે છે :

(૧) ગોળાકાર જેમને ગોલાણુઓ અથવા કોકસો (Coccus (sing) cocci (pl.) કહે છે, (૨) સળી જેવા આકારના બેક્ટીરિયા દંડાણુ (Bacillus (sing), Bacili (pl)) કહેવાય છે અને (૩) ટૂંકા કે લાંબા ગૂંચળા જેવા આકારના બેક્ટીરિયા સર્પિલાણુ (Spirillum (sing.), sprilla (pl.)) કહેવાય છે કેટલાક બેક્ટીરિયાને પાતળા ચલનતંતુ (cilia) અથવા અંતસ્થ કશા (terminal flagella, flagellum (sing) હોય છે બેક્ટીરિયા સાકળરૂપે તાર (filament) રૂપે અથવા કોષસમૂહના રૂપમા મળી શકે છે,

જનન (Reproduction) અનુકૂળ પ્રકારનુ માધ્યમ મળે તો સરળ પ્રકારનુ વિખંડન (Fission) થઈને બેક્ટીરિયાની નોંધપાત્ર ઝડપે સંખ્યાવૃદ્ધિ થાય છે કેટલાક તો દર વીસ મિનિટે એક વાર એટલી ઝડપે વિભાજન પામે છે એક ગણતરી પ્રમાણે એક જ કૉલેરા-બેક્ટીરિયમ મહત્તમ ઝડપે ૨૪ કલાક વિભાજન પામ્યા કરે તો એટલા વખતમા એ એક જ બેક્ટીરિયમમાથી ૪૭૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ ૦૦૦ બેક્ટીરિયા બને અને તેમનુ વજન ૨,૦૦૦ ટન જેટલુ થાય કેટલાક બેક્ટીરિયામા સ્પોર બને છે, આ સ્પોર એકકોષી હોય છે અને તેમાથી બીજુ બેક્ટીરિયમ વિકસી શકે છે કેટલીક જાતિના સ્પોરો ઊંચુ ઉષ્ણતામાન, ઝેરી પદાર્થો અને બીજા પ્રતિકૂળ કારકોની અસર ખમી શકે છે

નુકસાનકારક બેક્ટીરિયા: માણસોને થતા ઘણા ચેપી રોગો બેક્ટીરિયાને લીધે થાય છે, આવા રોગોમા ક્ષય, કોગળિયુ અથવા પ્લેગ, કૉલેરા ટાયફોઈડ, ન્યુમોનિયા અને મેનીનજાઈટીસનો સમાવેશ થાય છે પાળેલા પશુઓને થતા કેટલાક ગંભીર રોગો માટે પણ બેક્ટીરિયા જવાબદાર હોય છે કેટલાક બેક્ટીરિના ખોરાકની ચીજોમા ઝેર ઉત્પન્ન કરે છે. દુનિયામા થતા કુલ મૃત્યુના ૫૦ ટકાથી યે વધારે માટે બેક્ટીરિયા કારણભૂત હોય છે

ફાયદાકારક બેક્ટીરિયા: બેક્ટીરિના માત્ર નુકસાન જ કરે છે એવો ખ્યાલ હોય તો તે કાઢી નાખવો જોઈએ એમની ઉજળી બાજુ પણ ધ્યાનમા લેવી જોઈએ મૃત્યુ પામેલા પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિઓના શરીરો જો બેક્ટીરિયાની પ્રવૃત્તિને કારણે સડી જતા ન હોત તો વનસ્પતિવૃદ્ધિ માટે આવશ્યક એવા કેટલાક તત્ત્વો ખૂટી પડે. નત્રવિબંધક (Nitrogen fixing) બેક્ટીરિયાને કારણે જમીનની ફળદ્રુપતા વધે છે એસીટિક ઍસિડ

બેક્ટીરિયા વડે આલ્કોહોલનું કિણ્વન (Fermentation) થઈ સરકો અથવા વીનેગર બને છે. દૂધનું દહીં લેક્ટિક ઍસીડ બેક્ટીરિયાને કારણે થાય છે. કેટલીક બહુ વખણાતી ચીઝ (પનીર)ની સોડમ બેક્ટીરિયાપ્રવૃત્તિને આભારી છે. ચર્મ, શણુ અને ફ્લેક્સ, (flex) ઉદ્યોગોમાં પણ બેક્ટીરિયા મહત્ત્વનો ભાગ ભજવે છે.

ઈકોશાસ્ત્ર (પારિસ્થિતિકી)

જીવ (Organism) અને એની આજુબાજુની પરિસ્થિતિ (environment) એ બંનેની પારસ્પરિક અસરો ધ્યાનમાં લીધા વિના એ બેમાંથી એકેને સારી રીતે સમજી શકાય એમ નથી. જે વિદ્યાશાખામાં જીવ-પરિસ્થિતિના આવા પરસ્પર સંબંધોનો અભ્યાસ થાય છે તેને અંગ્રેજીમાં Ecology (અસલ ગ્રીક Oikos = Houses ઓઈકોસ = રહેઠાણુ ઉપરથી) કહે છે. જૂનો શબ્દ Oecology હતો. હિન્દ સરકારની સમિતિએ પારિસ્થિતિકી અથવા પરિસ્થિતિ વિજ્ઞાન શબ્દ ઈકોલોજી માટે યોજ્યો છે પણ એમાં જીવ અને પરિસ્થિતિના પરસ્પર સંબંધનો ભાવ સ્પષ્ટ થતો નથી. આ દૃષ્ટિએ (સંસ્કૃત ओक અથવા ओकस्= રહેઠાણુ, સ્થાન વ૦ ઉપરથી) ઈકોશાસ્ત્ર, ઓકશાસ્ત્ર, ઓકસવિજ્ઞાન, જીવૌકશાસ્ત્ર (જીવ+ઓક ઉપરથી) અથવા જીવૌકસી જેવા શબ્દો વધારે સારા લાગે છે. અહીં કરેલી ચર્ચામાં આપણે ઈકોશાસ્ત્ર શબ્દ Ecologyના પર્યાય તરીકે રાખીશું.

જીવની પરિસ્થિતિમાં ઘણી જાતનાં કારકોનો સમાવેશ થાય છે. એમાં જમીન સંબંધી, વાતાવરણ સંબંધી અને બીજા જીવો સંબંધી કારકોની ગણના કરવી પડે.

આવા અભ્યાસમાં ભૌતિકશાસ્ત્ર, રસાયણશાસ્ત્ર, ભૂસ્તરશાસ્ત્ર, હવામાન-શાસ્ત્ર વગેરે અનેક વિજ્ઞાનશાખાઓનો ઉપયોગ કરવો પડે એ તો દેખીતું છે. વળી ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિએ તારવેલા મુદ્દાઓ ખેતીવાડી, વનવિદ્યા, વન્યપ્રાણી-રક્ષણુ જેવી અનેક બાબતોમાં ઉપયોગી નીવડે એ સમજવું પણ અઘરું નથી.

જીવો પ્રાણી અને વનસ્પતિ એ બે મુખ્ય પ્રકારોમાં વહેંચાયલા છે અને એ બે વચ્ચેના તફાવતો એવા છે કે ઘણી રીતે મૂળભૂત સામ્ય હોવા છતાં પ્રાણીઓ અને વનસ્પતિની જીવનપ્રણાલી એકબીજાથી આગવી છે. ઉચ્ચ શ્રેણીના (બંને પ્રકારના) જીવોને માટે આ વાત અતિ સ્પષ્ટ છે;

એવી વનસ્પતિઓ જમીનમા એક સ્થાને મૂળ દ્વારા જડાયેલી હોય છે જ્યારે પ્રાણીઓ એક સ્થાનેથી બીજે સ્થાને સામાન્ય રીતે અને સરળતાપૂર્વક હિલચાલ કરતા હોય છે

આ પુસ્તકમા ઈકોશાસ્ત્રનો વિચાર મુખ્યત્વે વનસ્પતિઓના સદર્ભમા કરીશુ વનસ્પતિવૃદ્ધિ ઉપર અસર કરતા કારણોને ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિએ ત્રણ વિભાગોમા વહેંચી શકાય ભૂમિવિષયક કારકો (Edaphic factors, મૃદીય કારકો) હવામાનવિષયક કારકો (Climatic factors, જળવાયુ સબધી કારકો), જીવ વિષયક કારકો (Biotic factors) જમીનોના ભૌતિક અને રસાયણિક ગુણધર્મો ઉપરથી એમનુ વર્ગીકરણ કરવામા આવે છે જમીનના આવા ગુણધર્મો કેવા છે તે ઉપરથી જે તે જમીનમા કઈ વનસ્પતિ સારી રીતે ઊગશે અથવા અમુક ચોક્કસ વનસ્પતિની વૃદ્ધિ કેવી થશે તે નક્કી થાય છે ખનિજપોષક તત્ત્વો વનસ્પતિને જમીનમાથી મૂળદ્વારા મળે છે એ જોતા જમીનવિષયક કારકો વનસ્પતિવૃદ્ધિ માટે કેટલા અગત્યના હોઈ શકે તે સમજી શકાશે મૂળ સિવાયનો વનસ્પતિનો ભાગ (ભૂમિસ્થિત વનસ્પતિ ઓની બાબતમા) વાતાવરણમા રહે છે, અને પ્રકાશસશ્લેષણ (શબ્દાર્થ સૂચવે છે તેમ) પ્રકાશ ઉપર અવલબિત છે અને જમીનમા પાણી વરસાદને કારણે એકઠુ થાય છે તેમ જ વનસ્પતિના જીવન પ્રક્રમો ઉપર ઉષ્ણતામાનની ભારે અસર પડે છે આ બધી હકીકતો ધ્યાનમા લેવાથી પ્રકાશ ઉષ્ણતામાન અને વરસાદ જેવા વાતાવરણીય અથવા હવામાન વિષયક કારકોનુ મહત્ત્વ સમજાશે આ બે પ્રકારના કારકો ઉપરાત જે તે જીવની જીવનપ્રણાલી ઉપર એના પડોશી એવા બીજા જીવોની—પ્રાણીઓ તેમ જ બીજી વનસ્પતિઓની—ભારે અસર પહોચે છે જમીનમાના ઉપલબ્ધ પોષક તત્ત્વો માટે નજીક નજીકની વનસ્પતિઓ વચ્ચે હરિફાઈ ઉદ્ભવી શકે, કેટલીક વાર એવુ પણ બને છે કે એક વનસ્પતિના મૂળમાથી સ્રવતો પદાર્થ બીજી વનસ્પતિ માટે ઘાતક નીવડે છે વનસ્પતિઓ અને કેટલાક કીટકો વચ્ચે પરાગનયન સબધી ગાઢો સબધ હોય છે વનસ્પતિ માટે અમુક કીટક કે પક્ષીની હાજરી પરાગનયન માટે જરૂરી હોય અને તે કીટક કે પક્ષી પોતાના પોષણ માટે તે વનસ્પતિ ઉપર અવલબન ધરાવતુ હોય એવા ઘણા દાખલાઓ છે ઢોર, બકરા, ઘેટા વગેરે પ્રાણીઓ વનસ્પતિને ચરી ખાય છે તો કેટલીક વનસ્પતિઓ એમને માટે ઝેરી હોય છે વળી સાથે ઊગતી અનેક વનસ્પતિ-ઓમાની અમુક આવા પ્રાણીને વધારે ભાવતી હોય એવુ પણ બનવાજોગ

છે. આમ હોય તો બાકીની વનસ્પતિઓ પ્રાણીઓ દ્વારા થતા ભક્ષણમાંથી બચી જાય છે, પ્રાણીઓમાં વિશિષ્ટ સ્થાન ધરાવતા એવા મનુષ્ય પ્રાણીની પ્રવૃત્તિની પણ વનસ્પતિજીવન ઉપર ભારે અસર પડે છે, ખેતી કે ઈમારતી લાકડાં માટે મનુષ્ય દ્વારા ઘણી વાર જંગલોનો નાશ કરવામાં આવે છે તો એને ઉપયોગી એવી વનસ્પતિઓનો ખાસ કાળજીપૂર્વક ઉછેર પણ કરવામાં આવે છે. આમ વનસ્પતિજીવન માટે જીવીય કારકો પણ મહત્ત્વનાં છે.

ઈકોશાસ્ત્રીય અભ્યાસ કોઈ પણ જાતિ (Species) પૂરતો મર્યાદિત રાખવામાં આવે છે એટલે કે જે તે જાતિના જીવનચક્રનો ઈકોશાસ્ત્રીય રીતે અભ્યાસ કરવામાં આવે છે તેને વૈયક્તિક ઈકોશાસ્ત્ર (*Autecology*, વ્યક્તિપરિસ્થિતિકી) કહે છે, જ્યારે વનસ્પતિસમૂહને એકમ તરીકે રાખીને એટલે કે વનસ્પતિઓના સમૂહજીવનનો અગર તો સામાજિક જીવનનો અભ્યાસ કરવામાં આવે છે તેને સમુદાય ઈકોશાસ્ત્ર (સમુદાય પરિસ્થિતિકી, Synecology) કહે છે. બીજા દૃષ્ટિબિંદુથી જોતાં જે તે વનસ્પતિસમૂહનો એ જે તે વખતે હોય તે રૂપમાં એના જાતિબંધારણ (Species composition) પરત્વે અભ્યાસ થઈ શકે છે. જંગલોના આર્થિક વિનિયોગ માટે આવી માહિતી ઘણી ઉપયોગી થાય. યુરોપમાં થયેલા ઘણુંખરાં ઈકોશાસ્ત્રીય અધ્યયનો આ દૃષ્ટિબિંદુથી થયેલાં છે. વનસ્પતિસમૂહને જોવાના બીજા ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિબિંદુ પ્રમાણે કોઈપણ સ્થળે કાળના વહેવા સાથે વનસ્પતિઓનું અનુક્રમણ (Succession) થાય છે, જે તે સ્થળે જમીનવિષયક અને હવામાનવિષયક કારકો પ્રમાણે કાળે કરીને વનસ્પતિસમૂહનું ગતિશીલ સમતોલન (dynamic equilibrium) સધાય છે. આવા સમૂહને ચરમ સમુદાય (Climax community) કહે છે. આ ચરમ અવસ્થાએ (Climax) પહોંચતાં સુધીમાં અનેક અવસ્થાઓ (તબક્કાઓ, stages)નું અનુક્રમણ થાય છે. એવી વચ્ચેની અવસ્થાએ પહોંચેલા વનસ્પતિ સમુદાયને અવસ્થા પ્રમાણે જુદાં જુદાં નામ અપાય છે, આ નામ અવસ્થાનિર્દેશક છે. કોઈપણ સ્થળનો વનસ્પતિ સમુદાય કઈ અવસ્થામાં છે અને (જો હસ્તક્ષેપ ન કરવામાં આવે તો) ભવિષ્યમાં કયા પ્રકારની ચરમ અવસ્થા સ્થપાશે તે નક્કી થઈ શકે છે. અમેરિકામાં થયેલા ઈકોશાસ્ત્રીય અધ્યયનમાં આવું દૃષ્ટિબિંદુ મહત્ત્વનું સ્થાન ધરાવે છે. વનવિકાસ અને ભૂમિ ઉપયોગ (land utilization) માટે આ દૃષ્ટિબિંદુ ઉપયોગી છે.

બધા જ પ્રકારના જીવોના સમૂહને એકમ તરીકે રાખીને પણ ઈકોશાસ્ત્રીય અન્વેષણ થઈ શકે; આવા સમૂહને જીવમંડલ (Biosphere) કહી શકાય. આવું જીવમંડલ અને એના પર્યાવરણનો કારક સમૂહ એ બેને સાથે લઈએ તો ઔકસીકારકતંત્ર (Ecosystem) બને છે.

ઈકોશાસ્ત્રીય અન્વેષણ કરવાની બીજી રીત પૃથ્વીને અનેક પ્રકારનાં શક્તિચક્રો(energy cycles)ના સમવાય (complex) તરીકે લેખવાની છે. આ દૃષ્ટિબિંદુ પ્રમાણે જીવો આવાં ચક્રોના ઘટકો છે.

ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિએ વનસ્પતિઓનું વર્ગીકરણ વિવિધ રીતે થઈ શકે છે. દા૦ત૦ છાયાપ્રિય (shade-loving) અને પ્રકાશ પ્રિય (Sun-loving) વનસ્પતિઓ; અથવા તો પર્યાવરણમાં પાણી કેટલી હદે ઉપલબ્ધ છે એ મુદ્દા ઉપર વનસ્પતિમાં થયેલા સમાયોજન (અનુકૂલન, adaptation) પ્રમાણ વનસ્પતિઓને જલોદ્‌ભિદ (Hydrophytes), મરુદ્‌ભિદ (Xerophytes), મધ્યોદ્‌ભિદ (Mesophytes) અથવા અથવા આર્દ્રોદ્‌ભિદ (Hygrophytes)ના વર્ગમાં મૂકી શકાય. આવા વર્ગો વચ્ચે બહિરાકૃતિ અને આંતરિક રચના પરત્વે લાક્ષણિક ભેદો હોય છે. વૃદ્ધિ માટે પ્રતિકૂળ કાળ પાર કરીને જાતિ સાતત્ય વનસ્પતિઅંગના જે ભાગ વડે જળવાળ છે તેની રચના અને સ્થાન તેમ જ જમીનની સપાટીથી એ ભાગનું અંતર કેટલું છે એ મુદ્દાઓ ઉપર પણ વનસ્પતિઓનું ઈકોશાસ્ત્રીય વર્ગીકરણ કરવામાં આવેલું છે.

ઈકોશાસ્ત્રીય દૃષ્ટિબિંદુનું શૈક્ષણીય મૂલ્ય પણ ઘણું છે. આપણી આજુબાજુની દુનિયાનું આ દૃષ્ટિબિંદુથી જોતાં નવી જ જાતનું દર્શન થાય છે અને એક પ્રકારનો સૌન્દર્યાત્મક આનંદ (aesthetic pleasure) અનુભવી શકાય છે.

આનુવંશિકતા

માબાપ તરફથી સંતતિને જે ગુણ અવગુણ વારસામાં મળે છે તે **અનુવંશ.** માબાપના ગુણ અવગુણ સંતતિમાં ઊતરે છે તે ઘટના તે **આનુવંશિકતા** (Heredity), જાતિસાતત્ય જાળવવા માટે આ ઘટના મૂળભૂત રીતે મહત્ત્વની હોઈ બધા જીવપિંડોમાં એ ઘટના વિષે સામ્ય હોવું જોઈએ એમ ધારીને એ ઘટના સંબંધી વિચાર કરી શકાય. આ પ્રકરણમાં

કરેલી ચર્ચા ખાસ કરીને લિંગભેદ(Sexuality)વાળા જીવપિંડોના સંબંધમાં કરેલી છે. લિંગભેદ દર્શાવતો કોઈ પણ જીવપિંડ પછી તે મનુષ્ય કે બીજું પ્રાણી હોય કે કોઈ ઉચ્ચતર વનસ્પતિ અથવા તો કીટાણુ (બેક્ટીરિયા) હોય–સામાન્ય રીતે તેનાં મા અને બાપ હોય જ. માબાપ (parents) અને સંતતિ (Offspring) વચ્ચે પેઢીનો સંબંધ બતાવવા માટે અંગ્રેજીમાં માબાપ માટે " P " એવી સંજ્ઞા વાપરીને એમની સંતતિ માટે " F_1 " (First filial generation) એવી સંજ્ઞા રાખવામાં આવે છે. " F_1 " પેઢીની સંતતિને " F_2 " કહે છે અને એ જ રીતે બીજી પેઢીઓ વિષે આપણી ભાષામાં F_1, F_2 વગેરે માટે સંપી, સંપી_2 (સંતતિ પીઢ઼ી, સંતતિ પીઢ઼ી_2 એ હિન્દી શબ્દોના પ્રથમાક્ષરો લઈને) એવી સંજ્ઞા યોજી શકાય.

આનુવંશિકતાતંત્રના સ્વરૂપ વિષે સેંકડો વર્ષોથી અનેક માન્યતાઓ ચાલતી આવે છે અને જુદા જુદા વાદો રજૂ થયેલા છે. વીસમી સદીની શરૂઆતથી જો કે વૈજ્ઞાનિકોએ લગભગ એક મતે મેન્ડલ (Mendel) નામના વૈજ્ઞાનિકે રજૂ કરેલા વાદનો સ્વીકાર કર્યો છે. મેન્ડલના વાદની રજૂઆત પહેલાંની માન્યતાઓ આનુવંશિકતા અને લોહી વચ્ચેના માની લીધેલા સંબંધ ઉપર નિર્ભર હતી.

" લોહીની સગાઈ, " " લોહીમાં હોવું " વગેરે શબ્દપ્રયોગો ઘણી ભાષાઓમાં પ્રચલિત છે. આવી માન્યતાઓનો મુખ્ય ધ્વનિ આવો હોય છે: માબાપ અને સંતતિ વચ્ચે સામ્ય દેખાય છે કારણ કે સંતતિમાં માબાપનાં લોહીનું મિશ્રણ થયેલું હોય છે. સંતતિનાં લક્ષણો માબાપનાં લક્ષણ જેવાં કે તેમનાં લક્ષણોની વચ્ચેનાં હોય છે ત્યારે તો કંઈક અંશે આવા વાદથી માબાપ અને સંતતિનાં લક્ષણો વચ્ચેનો સંબંધ સમજી શકાય, પરંતુ સંતતિનાં લક્ષણ જ્યારે બેમાંથી એક જ જન્મદાતા(parent)નાં લક્ષણને મળતાં આવે ત્યારે અથવા અમુક લક્ષણો માનાં જેવા હોય, અમુક બાપનાં જેવાં હોય અને અમુક વચગાળાનાં હોય અને કેટલાંક તદ્દન જુદી જ જાતનાં હોય ત્યારે આ વાદ ઉપયોગી નીવડતો નથી.

આનુવંશિકતાતંત્રનું સ્વરૂપ સમજાવે એવો વાદ મેન્ડલ પહેલાં રજૂ નહીં થઈ શક્યો એનું મુખ્ય કારણ એ છે કે બધી વિચારણામાં જાણે કે અજાણે " લોહી "નો ખ્યાલ સ્પષ્ટ કે અસ્પષ્ટ રીતે ગૃહિત કરવામાં આવ્યો

હતો. બીજું કારણ એ હતું કે લક્ષણોને વ્યક્તિગત રીતે નહીં જોતાં કોઈ પણ વ્યક્તિનાં લક્ષણ સમૂહને અનુવંશ એકમ તરીકે ગણવામાં આવતો હતો.

મેન્ડેલે આ વિચારસરણીમાં ક્રાંતિકારી ફેરફાર કર્યો. એક તો એણે લક્ષણોની આનુવંશિકતાને લક્ષણ દીઠ તપાસી અને બીજું આનુવંશિકતા અને લોહી વચ્ચેનો ખ્યાલ છોડી દીધો. મેન્ડેલ હાલના ચેકોસ્લોવિયાના બ્રનો (Brno)—જે તે વખતે ઑસ્ટ્રિયામાં હતું અને Brünn નામે ઓળખાતું હતું—શહેરમાં ઓગણીસમી સદીમાં એક કેથોલિક સંપ્રદાયનો સાધુ હતો. વિયેના યુનિવર્સિટીમાંથી વિજ્ઞાનનો સ્નાતક થયા પછી મેન્ડેલનું મુખ્ય કામ આશ્રમમાં વિજ્ઞાન શિક્ષક તરીકે હતું. ફુરસદના સમયમાં એણે આનુવંશિકતા સંબંધી પ્રાયોગિક અન્વેષણો કર્યાં. આ અન્વેષણો વટાણા (**Pisum sativum**)ના છોડ ઉપર કરવામાં આવ્યાં હતાં. આ છોડને પ્રાયોગિક છોડ તરીકે લેવાની પાછળ પણ સ્પષ્ટ વિચારસરણી હતી. આ પ્રયોગોનું વિગતવાર વર્ણન મેન્ડેલના પોતાના સંશોધન અહેવાલમાં આપેલું છે (મૂળ અહેવાલ જર્મન ભાષામાં છે; એનો અંગ્રેજી અનુવાદ ઉપલબ્ધ છે. જુઓ Experiments in Plant Hybridization by Gregor Mendel. Appendix of the book Principles of Genetics by Sinnott, Dunn and Dobzhansky, 5th Edition, McGraw Hill, 1958).

મેન્ડેલે સૌ પ્રથમ તો વટાણાના એવા છોડ પસંદ કર્યા જે અમુક ચોક્કસ લક્ષણ(દા૦ત૦ ફૂલનો રંગ, છોડની ઊંચાઈ વગેરે)ની બાબતમાં તદ્રુપજનક (true breeding) હોય એટલે કે એ લક્ષણવાળા છોડ ઉપર કૃત્રિમ રીતે સ્વપરાગસેચન (self-fertilization ; selfing) કરીને મેળવેલાં બીજમાંથી થતાં છોડમાં પણ પેઢી દર પેઢી એ જ લક્ષણ દેખાય. એ પછી એક જ લક્ષણ(દા૦ત૦ ફૂલનો રંગ)નાં વિકલ્પી રૂપો (દા૦ ત૦ લાલ અથવા સફેદ) ધરાવતા છોડોનું કૃત્રિમ પરાગસેચનથી સંકરણ (crossing, hybridization) કરવામાં આવ્યું. એ સંકરણથી મળેલા સંકીર્ણબીજ (અથવા સંકરિત બીજ—hybrid seed)માંથી ઊગેલા છોડમાં જે વિકલ્પીરૂપ સંકર(hybrid)માં દેખાયું તેને મેન્ડેલે "પ્રભાવી (dominant)" કહ્યું અને જે રૂપ દબાઈ ગયું તેને "અપ્રભાવી (recessive)" કહેવામાં આવ્યું. એવું પણ જોવામાં આવ્યું કે જુદાં વિકલ્પી લક્ષણો ધરાવના

તદ્દુપજનક છોડોના સંકરણથી મળેલી સંતાન પેઢી (સંપી, F_1)ના બધા છોડો એ લક્ષણની બાબતમાં એકસમાન (uniform) હતા. મેન્ડેલે પ્રયોગોને અહીંથી અટકાવ્યા નહીં પણ એ સંપી₁ના છોડો ઉપર કૃત્રિમ સ્વપરાગસેચન (selfing)થી બીજ ઉત્પન્ન કરીને એ બીજમાંથી ઊગેલા છોડો (F_2 અથવા સંપી₂ના છોડો)નું અવલોકન કર્યું. એણે જોયું કે એ છોડોમાં જુદા જુદા છોડોમાં પ્રભાવી અને અપ્રભાવી એમ બંને વિકલ્પ રૂપો મળતાં હતાં. મેન્ડેલે જુદાં જુદાં લક્ષણ ધરાવતા છોડોની ગણત્રી કરી નોંધ રાખી હતી એના ઉપરથી એને જણાયું કે સંપી₂ (F_2)માં પ્રભાવી : અપ્રભાવી ગુણોત્તર, ૩ : ૧ હતો એટલે કે અપ્રભાવી લક્ષણરૂપ બતાવતા દરેક છોડ દીઠ પ્રભાવી લક્ષણરૂપવાળા ત્રણ છોડ હતા.

મેન્ડેલે જેનો અભ્યાસ કર્યો તેવાં સાતે લક્ષણો સંબંધી મળેલાં પ્રયોગ-પરિણામો તત્ત્વતઃ ઉપર વર્ણવ્યું છે તેવાં હતાં. આ પરિણામોનું વૈજ્ઞાનિક સ્પષ્ટીકરણ (scientific explanation) મેન્ડેલે આ પ્રમાણે આપ્યું : આવા દરેક લક્ષણના વિકાસ માટે કારણભૂત એવાં કારકો (factor) મા અને બાપના જનનકોષ(ગૅમીટ, gamete, યુગ્મક)માં હોય છે. માતાપિતાના જનનકોષો સંયોગ પામતાં યુગ્મજ (ફલિતકોષ, ફલિતાંડ, zygote) બંધાય છે. યુગ્મજમાં દરેક લક્ષણ માટેનાં બે કારકો (એક માતા તરફથી અને એક પિતા તરફથી) એકઠા થાય છે. આમ દરેક જાતના કારકની યુગ્મજમાં જોડ (pair, યુગ્મ) બંધાય છે. યુગ્મજમાંથી વૃદ્ધિ-વિકાસ થઈને નવો જીવપિંડ (સંતતિ) તૈયાર થાય છે. સંતતિમાં જ્યારે જનનકોષો તૈયાર થાય છે ત્યારે કોષવિભાજન એવી રીતે થાય છે કે દરેક જનનકોષમાં ઉપરોક્ત દરેક કારકયુગ્મના બે કારકોમાંનો ગમે તે એક કારક જ કોઈ પણ જનનકોષમાં આવે છે. એવું પણ ધારવામાં આવ્યું કે યુગ્મજમાં સાથે રહેવા છતાં કારક-યુગ્મના બે કારકો પોતપોતાનું વ્યક્તિત્વ જાળવી રાખે છે એટલે કે એમનું મિશ્રણ થતું નથી. યુગ્મજમાંની દરેક કારકજોડી(કારકયુગ્મ)ના બે કારકો જનનકોષનિર્માણક્રિયા(gametogenesis)માં કોઈ પણ યુગ્મક અથવા જનનકોષમાં એ જોડિયાંનો એક જ કારક આવે એ રીતે છૂટાં પડે છે એ વિધાન "પૃથક્ભવન(પૃથક્કરણ)ના નિયમ(The Law of Segregation)" તરીકે જાણીતું છે. એને મેન્ડેલનો પ્રથમ નિયમ(Mendel's First Law) પણ કહે છે.

મેન્ડેલે પ્રયોગમાં એક લક્ષણનાં જુદાં જુદાં વિકલ્પીરૂપો ધરાવતા છોડોનું સંકરણ કરતાં પ્રથમ સંતાનપેઢીમાં બેમાંથી એક વિકલ્પીરૂપ જ જોવા મળ્યું હતું પરંતુ દ્વિતીય સંતાનપેઢી(સંપી₂ અથવા F_2)માં બંને વિકલ્પીરૂપો દેખાયાં હતાં. સંપી₁માં જે વિકલ્પીરૂપ(alternate state) દેખાયું તેને "પ્રભાવી" (dominant) અને જેની અભિવ્યક્તિ (expression) થઈ નહિ તેને "અપ્રભાવી" (recessive) કહેવામાં આવ્યું તે તો આપણે આ પહેલાં જોઈ ગયા છીએ. સંપી₂માં પ્રભાવી : અપ્રભાવી ગુણોત્તર ૩ : ૧ આવ્યો તે મેન્ડેલે કારકોના મુદ્દા ઉપર આપેલી સમજૂતી સાથે અનુરૂપ કેવી રીતે થાય છે તે જોઈએ :

પ્રભાવી કારક માટેનો સંજ્ઞાક્ષર અંગ્રેજીમાં કૅપીટલ લખવામાં આવે છે અને તદનુરૂપી (*corresponding*) અપ્રભાવી કારક માટે એ જ અક્ષરનું બીજી એ બી સી ડીનું રૂપ લખવામાં આવે છે. દા૦ ત૦ વટાણામાં ઊંચાઈ પરત્વે બે વિકલ્પીરૂપો છે, લંબૂસ (Tall) અને ઠિંગુજી (dwarf). લંબૂસ રૂપના કારક માટે T સંજ્ઞા રાખીએ તો ઠિંગુજીરૂપ માટે t લખાય. સંકરણમાં માબાપ તરીકે લીધેલા છોડો જો તદ્રુપજનક (true breeding) હોય તો લંબુસમાં મૂળ યુગ્મજમાંના આ લક્ષણ માટેના કારક યુગ્મમાં બંને કારકો T હશે (એટલે કે કારકયુગ્મ TT હશે) અને તે જ પ્રમાણે ઠિંગુજીમાંનું તદનુરૂપ કારકયુગ્મ tt હશે, આ બંને પ્રકારના છોડમાં જનનકોષ નિર્માણ થતાં દરેક યુગ્મના કારકો છૂટાં પડશે અને દરેક જનનકોષમાં એક કારક જશે. લંબુસના મૂળ યુગ્મજમાં બંને કારકો હોવાથી એના જનનકોષમાં T કારક હશે અને તે પ્રમાણે ઠિંગુજીના દરેક જનનકોષમાં t કારક હશે તે સમજી શકાય એવું છે. આ પ્રમાણે જનનકોષોનું બંધારણ હોઈ આ બે છોડોનું સંકરણ થતાં સંકીર્ણયુગ્મજ (*hybrid zygote*)માંનું કારકયુગ્મ Tt થશે. T પ્રભાવી હોવાથી આ યુગ્મજમાંથી વિકસેલા છોડમાં પ્રભાવી લક્ષણરૂપ (આ કિસ્સામાં લંબુસરૂપ (Tallness) દેખાશે. જ્યારે આ સંકર (hybrid)માં જનનકોષોનું નિર્માણ થશે ત્યારે પુંજનનકોષો અને સ્ત્રીજનનકોષો એ બંને બે પ્રકારના હશે; અર્ધા T ધરાવતા અને અર્ધા t વાળા. જો એમ ધારી લઈએ કે પરાગસેચન (પરાગણ, pollination) અહેતુલક્ષી અથવા યાદચ્છિક રીતે (at random) થાય છે તો આવા છોડમાં સ્વપરાગણ કુદરતી રીતે કે કૃત્રિમ રીતે થતાં ૩ પ્રકારના યુગ્મજ બંધાય : TT, Tt અને tt અને તેમનો ગુણોત્તર (ratio) ૧ : ૨ : ૧ હોય.

ઉપરોક્ત હકીકતને સંજ્ઞાદ્વારા ચોકઠા પદ્ધતિ (checker board method)એ રજૂ કરીએ. છોડના વર્ણનમાં માત્ર એનું વિકલ્પીરૂપ કેવું છે તે જ લખીશું અને કારક પરત્વેનું એનું બંધારણ બતાવીશું. સંકરણ ક્રિયા બતાવવા માટે માતાપિતા વચ્ચે ચોકડી ×ની નિશાની મૂકવામાં આવે છે. નર માટે ♂ અને માદા માટે ♀ સંજ્ઞાઓ વપરાય છે.

પિતરો	લંબૂસ		ઠિંગુજી
		×	
„ નું બંધારણ	TT		tt
„ ના જનનકોષો	T		t

♂ અને ♀નું બંધારણ

સંપી – I (સંકર યુગ્મકો)

♂ જનનકોષો / ♀ જનનકોષો	T	t
T	TT	Tt
t	Tt	tt

આવી રીતે યુગ્મજ બંધાવાની જ શકયતાઓ છે. આ યુગ્મજોનો એકબીજા વચ્ચેનો ગુણોત્તર (ratio)

TT		Tt		tt
૧	:	૨	:	૧ છે.

T પ્રભાવી હોવાથી Tt યુગ્મજમાંથી બનેલા છોડમાં પણ પ્રભાવી વિકલ્પીલક્ષણ (આ કિસ્સામાં લંબૂસરૂપ) દેખાશે. આમ બહિર્લક્ષણ જોતાં સંપી – I (F_1)ની સંકરપેઢી (hybrid generation)માં ૩ લંબૂસ : ૧ ઠિંગુજી.

(૧ TT : ૨ Tt : ૧ tt) એવો ગુણોત્તર દેખાશે.

સૈદ્ધાન્તિક ગણતરી અને પ્રાયોગિક પરિણામો સામ્ય ધરાવે છે એ કારણે મેન્ડેલવાદને સ્વીકૃતિ મળેલી છે.

દરેક લક્ષણના વિકલ્પરૂપોની વંશાગતિ (inheritance) કેવી રીતે થાય છે તે તપાસતાં મેન્ડેલે એનો પ્રથમ નિયમ (પૃથક્કરણનો નિયમ) રજૂ કર્યો. એ પછી એણે બે લક્ષણોની એક સાથે થતી વંશાગતિ સંબંધી વિચાર કર્યો. એ પ્રયોગોનાં પરિણામો આવાં હતાં. (અહીં આપેલા ઉદાહરણમાં વામનવિરાટ વિકલ્પરૂપ યુગ્મની સાથે ફૂલના રંગના લક્ષણનો સમાવેશ કર્યો છે. ફૂલ કયાં તો લાલ રંગના કે સફેદ રંગનાં છે અને લાલ રંગનું વિકલ્પીરૂપ પ્રભાવી છે એવું ધારવામાં આવ્યું છે. યુગ્મજ (zygote) માં તો જુદાં જુદાં લક્ષણો પરત્વે સેંકડો કારકયુગ્મો હોઈ શકે છે પરંતુ સરળતા ખાતર યુગ્મજનું બંધારણ ઉપરોક્ત બે વિકલ્પીરૂપ યુગ્મો માટે જ બતાવ્યું છે. મા બાપ તદ્રૂપજનક લેવામાં આવેલાં છે. લાલ માટેનું કારક R (red) અને વિકલ્પીકારક r (સફેદ) છે. કૃત્રિમ સ્વપરાગણ માટે (×) આવી સંજ્ઞા વાપરી છે.)

પ્રયોગ પરિણામ:

પિતરો લંબૂસ–લાલ × ઠિંગુજી–સફેદ

સંધી – ૧ (F_1) લંબૂસ – લાલ (×)

એકસમાન (*uniform*)

સંધી – 2 (F_2) લંબૂસ–લાલ લંબૂસ–સફેદ ઠિંગુજી–લાલ ઠિંગુજી–સફેદ

૯ : ૩ : ૩ : ૧

આવા પ્રયોગ પરિણામ સમજાવવા માટે ૧લા નિયમ સંબંધી ગૃહિત કરેલી ધારણાઓ ઉપરાંત મેન્ડેલે ગૃહિત કર્યું કે જનનકોષ નિર્માણ વખતે વિકલ્પીરૂપો માટેના કારકયુગ્મોનું પૃથક્ભવન (segregation) થાય છે તે દરેક યુગ્મની બાબતમાં એકબીજાથી સ્વતંત્ર રીતે થાય છે. આ ધારણા ગૃહિત રાખીને જો જનનકોષોનું બંધારણ નક્કી કરવામાં આવે તો સૈદ્ધાંતિક રીતે આવા સંકરણ-પ્રયોગમાં સંધી-2 (F_2)માં નીચે પ્રમાણે થાય—

પિતરો	લંબૂસ–લાલ ×	ઠિંગુજી–સફેદ
,,	TTRR	ttrr
જનનકોષો (gametes)	TR	tr
સંધી – ૧ (F_1)	TtRr	
(જે એક સમાન હોય છે)		

સંકરી – ૧ના જનનકોષો TR, Tr, tR અને tr (♂ અને ♀)

(કારણ કે કોઈ કોષમાં T અથવા t હોય તો ઉપર પ્રમાણે ધારતાં એ કોષમાં Rr યુગ્મમાંનું R અથવા r એ ગમે તે કારક આવી શકે.

♂ જનન-કોષો / ♀ જનન-કોષો	TR	Tr	tR	tr
TR	TTRR લંબૂસ-લાલ	TTRr લંબૂસ-લાલ	TtRR લંબૂસ-લાલ	TtRr લંબૂસ-લાલ
Tr	TTRr લંબૂસ-લાલ	TTrr લંબૂસ-સફેદ	TtRr લંબૂસ-લાલ	Ttrr લંબૂસ-સફેદ
tR	TtRR- લંબૂસ લાલ	TtRr લંબૂસ-લાલ	ttRR *ઠિંગુજી-લાલ	ttRr *ઠિંગુજી-લાલ
tr	TtRr લંબૂસ-લાલ	Ttrr લંબૂસ-સફેદ	ttRr *ઠિંગુજી-લાલ	ttrr ●ઠિંગુજી-સફેદ

આ કોઠા ઉપરથી જણાશે કે યાદચ્છિક રીતે પરાગણ થતા ૧૬ રીતે યુગ્મજો બંધાઈ શકે, અને એમનાં લક્ષણો કોઠામાં દર્શાવ્યું છે તે પ્રમાણે હોય. દરેક લક્ષણને છૂટું છૂટું જો લેવામાં આવે તો સંકરી – 2 (F_2)માં

લંબૂસ	:	ઠિંગુજી	
૧૨	:	૪	એટલે કે
૩	:	૧	અને

તે જ પ્રમાણે

લાલ : સફેદ
૧૨ : ૪ એટલે કે
૩ : ૧ એવા ગુણોત્તર દેખાશે જે મેન્ડેલના ૧લા નિયમ સાથે સુસંગત છે.

બન્ને લક્ષણો સાથે લઈએ તો આ સૈદ્ધાંતિક ગણત્રી પ્રમાણે સંવી – 2માં

લંબૂસ-લાલ		લંબૂસ-સફેદ	ઠિંગુજી-લાલ	ઠિંગુજી-સફેદ
૯	:	૩	૩	૧

એવો ગુણોત્તર દેખાશે જેની સાથે પ્રાયોગિક રીતે મળેલાં પરિણામો સામ્ય ધરાવે છે એટલે મેન્ડેલના બીજા નિયમ (સ્વતંત્ર પૃથગ્ભવન અથવા પૃથક્કરણનો નિયમ (The law of independent assortment)ને પણ પ્રાયોગિક ટેકો મળે છે.

મેન્ડેલે પોતાના પ્રયોગોનો અહેવાલ ઈ. સ ૧૮૬૫માં બહાર પાડ્યો હતો પરંતુ એમ લાગે છે કે મેન્ડેલ પોતાના જમાનાથી ઘણો આગળ હતો કારણ કે તે સમયના સમર્થ વૈજ્ઞાનિકોનું ધ્યાન મેન્ડેલના સંશોધન તરફ ખેંચાયું હોય અગર એમ થયું હોય તો એમના દિમાગમાં આ સંશોધનનું મહત્ત્વ ઊતર્યું હોય એમ લાગતું નથી, મેન્ડેલે આપેલા અહેવાલ તરફ દુર્લક્ષ સેવાયું અને છેક ઈ. સ. ૧૯૦૧ના અરસામાં જુદા જુદા દેશના ત્રણ વૈજ્ઞાનિકોએ એકબીજાથી સ્વતંત્ર રીતે દુનિયાનું ધ્યાન મેન્ડેલના સંશોધન તરફ ખેંચ્યું ત્યાં સુધી એના શકવર્તી પ્રયોગો અંધારામાં જ રહ્યા. ઉપરોક્ત ત્રણ વૈજ્ઞાનિકોનાં નામ કૉરન્સ (Correns, જર્મની), ડે વ્રીઝ (De Vries, હૉલેન્ડ) અને ચેરમાક (Tschermak, ઑસ્ટ્રિયા) છે. મેન્ડેલે શોધેલા સિદ્ધાંતોની આ વૈજ્ઞાનિકો દ્વારા ફરી શોધ થતાં મેન્ડેલના સંશોધનની યોગ્ય કદર થઈ શકી કારણ કે ત્યારે જીવશાસ્ત્રમાં એટલી પ્રગતિ થઈ હતી કે આ સંશોધનનું મહત્ત્વ સમજી શકાયું. પછી તો આ વિષયમાં સેંકડો બલ્કે હજારો પ્રયોગો થયા અને એમાંથી અનુવંશ વિજ્ઞાન (Genetics)ની નવી વિજ્ઞાન શાખા જન્મી.

હવે કેટલાક આનુષંગિક પારિભાષિક શબ્દો લઈએ. જેને અત્યારસુધી આપણે કારક અથવા લક્ષણકારક (factor) કહ્યું તેને માટે હવે **જીન** (gene, વંશાણુ) એ શબ્દ વપરાય છે. એક લક્ષણ (જેમ કે ફૂલનો રંગ)નાં વિકલ્પીરૂપો (જેમ કે લાલ રંગ અથવા સફેદ રંગ) માટે જવાબદાર જીનોને

એકબીજાના વિકલ્પી જીન (યુગ્મ વિકલ્પી અથવા એલીલ, allele, allelomorph) કહેવામાં આવે છે. જો જીનયુગ્મ (genepair)માં બન્ને જીનો એક જાતના દા. ત. લાલ રંગ માટેનાં કે સફેદ રંગ માટેના હોય તો તેવા જીનયુગ્મને **સમયુગ્મજી** (homozygous) કહે છે. સ્પષ્ટ છે કે સમયુગ્મજી યુગ્મમાં બંને જીનો અહીં આપેલા ઉદાહરણની બાબતમાં લાલ રંગ માટેના અથવા સફેદ રંગ માટેનાં હોઈ શકે છે. યુગ્મમાં જો બંને જીનો જુદી જુદી જાતના (એટલે કે વિકલ્પી રૂપો માટેના, દા. ત. એક લાલ રંગ માટેનો અને એક સફેદ રંગ માટેનો એવા) હોય તો યુગ્મને **વિષમયુગ્મજી** (heterozygous) કહે છે. આ વિશેષણો જીનયુગ્મ અથવા યુગ્મજ (એનાં જીનબંધારણ પ્રમાણે) એ બંનેને માટે વપરાય છે, જે સંકરણમાં એક જ લક્ષણનાં વિકલ્પી રૂપો માટે સંકરણ કરવામાં આવ્યું હોય તેને એકસંકર સંકરણ (monohybrid cross) કહે છે. એક સંકર એ વિશેષણ જે યુગ્મજમાં એક જીનયુગ્મ વિષમયુગ્મજી (heterozygous) હોય તેને માટે પણ વપરાય છે. આ જ પ્રમાણે જ્યારે બે લક્ષણોનાં વિકલ્પી રૂપો માટે સંકરણ કરવામાં આવ્યું હોય ત્યારે દ્વિસંકર (dihybrid) શબ્દનો પ્રયોગ થાય છે. આ પ્રમાણે ત્રિસંકર (Trihybrid) જેવા શબ્દો પણ યોજાયાં છે. કોઈ પણ યુગ્મજ અથવા વ્યકિતના જીનવિષયક બંધારણ અથવા જીનસમષ્ટિનો નિર્દેશ કરવા માટે **જીનીરચના** અથવા **જીનબંધારણ** (genotype) અને લક્ષણો(દા ત. ઊંચાઈ, વજન, આકાર, રંગ, રૂધિર-વર્ગ વગેરે)નો સામૂહિક રીતે નિર્દેશ કરવા માટે **લક્ષણસમષ્ટિ** (phenotype) એ શબ્દો વપરાય છે.

મેન્ડેલની કારક(અથવા જીન)ની સંકલ્પનાને ભૌતિકશાસ્ત્રની અણુની સંકલ્પના (concept)જેવી મહત્ત્વની ગણવામાં આવે છે. આ સંકલ્પનાના પાયા ઉપર છેલ્લી અર્ધી સદીમાં અનુવંશ વિજ્ઞાનમાં ભારે પ્રગતિ થઈ છે. આમ છતાં મેન્ડેલની મૂળ સંકલ્પના કાયમ રહી છે. પૃથગ્ભવનનો નિયમ (the law of segregation) સાર્વત્રિક રીતે લાગુ પડે છે પરંતુ (હવે પછી જોઈશું તેમ) બીજો નિયમ અમુક પરિસ્થિતિ માટે જ સાચો છે. આમ છતાં, બીજા નિયમના અપવાદોના મુદ્દા ઉપર થયેલાં સંશોધનોએ અનુવંશ વિજ્ઞાનની પ્રગતિમાં ઘણો સારો ફાળો આપ્યો છે એ હકીકત તરફ દુર્લક્ષ સેવાવું જોઈએ નહિ.

મેન્ડેલના સંશોધનોને આગળ ધપાવવામાં ઘણા વૈજ્ઞાનિકોનો ફાળો છે આગળ પડતા આવા વૈજ્ઞાનિકોમાં મૉર્ગન, સટન, બોવેરી, ગોલ્ડસ્મિટ, બ્રીજીસ, સ્ટુર્ટેવાં, ડૉબ્ઝાન્સ્કી, ગોલ્ડસ્મીટ, મુલર, ઈસ્ટ, શલ, બીડલ, સ્ટર્ન, હોલ્ડેન, વોટસન, ક્રીક વગેરેના નામો વિનાવિલંબ ધ્યાનમાં આવે છે

કારક અથવા જીન જનનકોષમાં છે (કારણ કે લિંગીજનનથી ઉત્પન્ન થયેલા જીવપિંડ અને તેના માબાપને સાંકળતી કડીઓ માબાપ તરફથી મળેલા બે જનનકોષો જ છે) પરંતુ કોષના કયા ભાગમાં આ કારકો છે એ સંબંધી મેન્ડેલે કંઈ કહ્યું ન હતું ઈ સ ૧૯૦૦ પછી જ્યારે મેન્ડેલના પ્રયોગ પરિણામોની પુનઃશોધ થઈ ત્યાર પહેલાં કોષના સ્વરૂપ સંબંધી સ્ટ્રાસબર્ગર અને બીજા વૈજ્ઞાનિકોએ ઘણું સંશોધન કર્યું હતું એ સંશોધનને પરિણામે કોષકેન્દ્ર (nucleus)માં ક્રોમોઝોમ (chromosome, રંગસૂત્ર, રંગસૂત્ર) નામે ઓળખાતા ઘટક સંબંધી ઘણી માહિતી એકઠી થઈ હતી ખાસ કરીને કોષવિભાજન દરમિયાન થતી ક્રોમોસોમ પ્રવૃત્તિ સંબંધી ઘણું જ્ઞાન સંચયિત થયું હતું સટન (અમેરિકન) અને બોવેરી (જર્મન) નામના બે વૈજ્ઞાનિકોએ એકબીજાથી સ્વતંત્ર રીતે જોયું કે ઉપરોક્ત ક્રોમોસોમની જનનકોષનિર્માણની ઘટના દરમિયાન થતી પ્રવૃત્તિ (વર્તન, behavior) અને મેન્ડેલે જેમના અસ્તિત્વની પરિકલ્પના (hypothesis) કરી હતી તે જીનોના વર્તન વચ્ચે ધ્યાનપાત્ર સામ્ય હતું ક્રોમોસોમોમાં પણ મા અને બાપ તરફથી મળેલા ક્રોમોસોમોની જનનકોષનિર્માણ વખતે થતા કોષવિભાજન દરમિયાન જોડ બંધાતી હતી અને દરેક જોડમાંથી ફક્ત એક જ ક્રોમોસોમ ગમે તે જનનકોષ (ગૅમીટ)માં જતો હતો મેન્ડેલની સંકલ્પના પ્રમાણે માબાપ તરફથી ગમે તે લક્ષણના સંદર્ભમાં મળેલા એક એક જીનના યુગ્મજમાં બનેલા જીનયુગ્મમાંથી પણ જનનકોષ બનતી વખતે જીનો આ જ પ્રમાણે છૂટા પડી દરેક કોષમાં (ગમે તે જોડમાંથી) એક જીન એ રીતે એમની વહેંચણી થતી હતી સટન અને બોવેરીએ પરિકલ્પના રજૂ કરી કે જો જીનો ક્રોમોસોમ ઉપર રહેલા હોય છે એવું ગ્રહિત કરીએ તો ક્રોમોસોમ અને જીનોના વર્તન વચ્ચેનું સામ્ય સમજી શકાય મૉર્ગન અને એના સહકાર્યકરો (સ્ટુર્ટેવાં, બ્રીજીસ, મુલર વગેરે) ના સંશોધનોને પરિણામે આ પરિકલ્પનાને ટેકો આપતી ઘણી માહિતી મળી અને હાલમાં જીનો ક્રોમોસોમ ઉપર હોય છે એ વિધાન સર્વસ્વીકૃત છે એમ કહેવામાં વાંધો નથી

જીવપિંડમાં અનેક લક્ષણો હોય છે એટલે એ લક્ષણોના વિકાસ માટે જવાબદાર અનેક જીનો હોવાં જોઈએ. સામાન્ય રીતે દરેક જીવપિંડમાં એના કોષોમાં ક્રોમોસોમ સંખ્યા પ્રમાણમાં નાની હોય છે. આ જોતાં દરેક ક્રોમોસોમ ઉપર અનેક જીનો હોવા જોઈએ એ સહેલાઈથી સમજી શકાય એવી વાત છે. હવે જે જીનો એક જ ક્રોમોસોમ ઉપર હોય તે મેન્ડેલના બીજા નિયમ (સ્વતંત્ર પૃથગ્ભવનનો નિયમ) પ્રમાણે ચાલી શકે નહિ. આવા જીનોને **સહલગ્ન** જીનો (linked genes) અને આ ઘટનાને **સહલગ્નતા** (linkage) કહે છે. એક જ ક્રોમોસોમ ઉપર રહેલા જીનોને કારણે વિકસતાં લક્ષણોની સમૂહરૂપે વંશાગતિ થાય એ પણ સમજી શકાય એવું છે. એવા લક્ષણસમૂહને **સહલગ્નસમૂહ** (linkage group) કહે છે. જનનકોષમાં જેટલા ક્રોમોસોમ હોય તેટલા સહલગ્નસમૂહો દેખાય એ પણ સ્પષ્ટ છે. જરા વિચાર કરતાં સમજાશે જે સહલગ્નસમૂહના જીનો હંમેશાં સાથે જ રહેલા હોય તો એ સમૂહનાં લક્ષણો એક જ જીનને કારણે છે કે અનેક જીનને કારણે એ પ્રશ્ન ઊભો થઈ શકે; પરંતુ એવું જોવામાં આવ્યું છે કે સહલગ્ન સમૂહો વચ્ચે જીનોનો વિનિમય (gene exchange) (જેને માટે crossing over, **જીનવિનિમય** એવો શબ્દપ્રયોગ વપરાય છે) થયા કરે છે. સમૂહના બધા જીનોનો વિનિમય એક સરખો થતો નથી. આ હકીકતો ઉપરથી એવો નિર્ણય કરવામા આવ્યો છે કે જીનો ક્રોમોસોમ ઉપર હારબંધ (in a linear fashion) ગોઠવાયલા હોય છે અને ક્રોમોસોમના સંલાગબિંદુ(ગુણસૂત્રબિંદુ, સેન્ટ્રોમિયર, centromere)થી જીનસ્થાન (locus) જેમ દૂર તેમ વિનિમયની શકયતા ઓછી; તે જ પ્રમાણે બે જીનો વચ્ચેનું અંતર જેમ વધારે તેમ વિનિમયથી સમૂહમાંથા છૂટા પડવાની શકયતા વધારે અને એ અંતર ઓછું તેમ એવી શકયતા ઓછી. એ ધ્યાનમાં રાખવું જોઈએ કે જીનવિનિમય સમજાત (homologous) ક્રોમોસોમો વચ્ચે થઈ શકે કારણ કે (વ્યાખ્યા પ્રમાણે) સમજાત ક્રોમોસોમો એટલે જે ક્રોમોસોમોનું જનનનિર્માણ માટે થતા કોષવિભાજન (અર્ધસૂત્રણ અથવા meiosis) સમયે યુગ્મન (pairing) થાય છે તે.

ઉદ્‌વિકાસ (ક્રમવિકાસ, ઉત્ક્રાન્તિ, evolution) વાદ પ્રમાણે હાલમાં વિદ્યમાન છે તે જીવપિંડજાતિઓ (species) ભૂતકાળમાં થઈ ગયેલી જાતિઓમાંથી ઊતરી આવી છે. આમ થવા માટે સૌ પ્રથમ તો એ જરૂરી છે કે સંત-

ઉદ્‌વિકાસ પ્રક્રમ માટે મહત્ત્વના છે કારણ કે એવા ફેરફારો જ પ્રાકૃતિક વરણીથી સંતતિમાં ઊતરી શકે છે, અને એ રીતે ધીમે ધીમે નવી જાતિઓ અસ્તિત્વમાં આવે છે. આ બંને વાદોને ટૂંકામાં આ પ્રમાણે રજૂ થઈ શકે :

લામાર્કવાદ (Lamarck's theory)

ફ્રેંચ વૈજ્ઞાનિક લામાર્ક અનુસાર જીવપિંડો સમાયોજન (અથવા અનુકૂલન) સામર્થ્ય (ability of adaptation) ધરાવે છે. સમાયોજન સામર્થ્ય એટલે પર્યાવરણ (પરિસ્થિતિ, environment) પ્રમાણે યોગ્ય રીતે જીવનવ્યવહારમાં ફેરફાર કરવો તે. પર્યાવરણીય ફેરફારો પ્રમાણે જીવપિંડના અંગમાં વિવિધ પ્રકારના અને વિવિધ દિશાના ફેરફારો પડે. લામાર્કના મત પ્રમાણે આવા ફેરફારો સંતતિમાં વારસાગત રીતે ઊતરે છે. આ રીતે જો કોઈ અંગ પેઢીઓ સુધી અમુક રીતે વપરાય તો તેમાં ક્રમિક રીતે પેઢી દરપેઢી અમુક ફેરફાર થયા કરે અને પેઢીઓ પછી એ અંગમાં એટલો બધો ફરક પડી જાય કે મૂળ જીવપિંડની સરખામણીમાં આ નવો જીવપિંડ નવી જાતિનો હોય એવું પરિણામ આવે. આ જ રીતે જો કોઈ અંગ પેઢીઓ સુધી ઉપયોગમાં નહિ આવે તો વ્યવહારલુપ્તિ (disuse)ને કારણે ધીમે ધીમે નવી પેઢીઓમાં એ અંગ ઘસાવા માંડે. આવો ફેરફાર પણ વારસામાં ઊતરે.

લામાર્કના વાદનો વિરોધ કરનારાઓમાં વાઈઝમનનું નામ મોખરે છે. વાઈઝમનના મત પ્રમાણે જીવપિંડના અંગમાં જનનદ્રવ્ય (germ plasm) બાકીના શરીરથી અલગ હોય છે અને એ દ્રવ્યનું પેઢી દરપેઢી સાતત્ય જળવાઈ રહે છે. બાકીના ભાગને દેહ, કાયા અથવા સોમા (soma) કહે છે. આ મત પ્રમાણે જનનદ્રવ્યેતર કાયા (soma)માં થયેલા ફેરફારો વારસાગત નથી. દા. ત. કોઈનો હાથ કે પગ કપાઈ જાય તો તે ખોડ સંતતિમાં ઊતરે નહીં પરંતુ આનુવંશિક કારણે ઉદ્‌ભવેલી ખોડ જ વારસાગત હોય.

ડાર્વીનવાદ (Darwinism) બ્રિટીશ વૈજ્ઞાનિક ડાર્વીને ઈ. સ. ૧૮૫૯માં એનો યુગવર્તી ગ્રંથ 'ધ ઓરીજીન ઑફ સ્પીશીઝ બાય નેચરલ સીલેક્શન (The Origin of Species by Natural Selection), પ્રસિદ્ધ કર્યો. એ ગ્રંથની પ્રસિદ્ધિથી ઉદ્‌વિકાસવાદ તરફ ઘણું ધ્યાન ખેંચાયું. કેટલાયે લોકો ભૂલથી માને છે કે આ પુસ્તકમાં ડાર્વીને ખાસ કરીને ઉદ્‌વિકાસવાદનું સમર્થન કર્યું છે, પરંતુ ખરેખર તો ઉદ્‌વિકાસક્રમનું ક્રિયાતંત્ર (mecha-

nism of evolution) સમજાવતો વાદ ડાર્વીને એ પુસ્તક દ્વારા રજૂ કર્યો છે. ડાર્વીનના વિચારો જેવા જ વિચારો તે જ અરસામાં અને સ્વતંત્ર રીતે વૉલેસ નામના વૈજ્ઞાનિકે પણ રજૂ કર્યા હતા; એ રીતે આ વાદ ઘણીવાર ડાર્વીન અને વૉલેસના વાદ તરીકે પણ ઓળખાય છે. ડાર્વીનવાદની અસર ઉદ્દવિકાસવાદ લોકોના મગજમાં મજબૂત રીતે ઠસાવવાની થઈ છે અને એ વિચારસરણીની અસર જીવશાસ્ત્ર સિવાયની બીજી ઘણી જ્ઞાનશાખાઓ ઉપર પડી છે. સામાજીક સંસ્થાઓનો ઉદ્દવિકાસ, મૂળ તત્ત્વોનો ઉદ્દવિકાસ, બ્રહ્માંડનો ઉદ્દવિકાસ, એમ જાતજાતના સંદર્ભમાં ઉદ્દવિકાસ (evolution) શબ્દનો પ્રયોગ થાય છે.

ડે વ્રીઝ (de vries) નામના ડચ વૈજ્ઞાનિકના મત અનુસાર ઉદ્દ્વિકાસ માટે સામાન્ય લક્ષણરૂપથી તદ્દન જુદા પડી આવતા ફેરફારો જવાબદાર છે. આવા ફેરફારો માટે ડે વ્રીઝે "ઉત્પરિવર્તન (mutation)" શબ્દ વાપર્યો. આ વાદ પ્રમાણે ડાર્વીને સૂચવેલા નાના નાના ફેરફારો (વધઘટ, fluctuations) નહીં પણ જે તે લક્ષણમાં થયેલા ક્રાંતિકારી ફેરફારો ઉદ્દ્વિકાસ પ્રક્રમ માટે જવાબદાર છે. હાલના મત પ્રમાણે ઉદ્દ્વિકાસ માટે ડાર્વીને સૂચવ્યાં હતાં તેવા નાના ફેરફારો (પણ એવા કે જે આનુવંશિક હોય) તે ઉદ્દ્વિકાસ પ્રક્રમમાં વધારે અગત્યનો ભાગ ભજવે છે. ડેવ્રીઝના વાદથી આવા આનુવંશિક ફેરફારો તરફ ધ્યાન વધારે કેન્દ્રિત થયું.

ડાર્વિનવાદનો સૌથી મહત્ત્વનો મુદ્દો પ્રાકૃતિક વરણી (natural selection)નો છે. કોઈપણ લક્ષણ સમષ્ટિ (phenotype)ના મામુલી લાગતા ફેરફારની પણ પ્રાકૃતિક વરણીની દૃષ્ટિએ થોડી માત્રામાં પણ વધારે કિંમત હોય તો વખત જતા તેમાંથી નવી જાતિનો ઉદ્ભવ થઈ શકે છે. ગણિતશાસ્ત્રની મદદથી ફીશર હોલ્ડેન અને સેવલ રાઈટે આ વાત સારી રીતે સમજાવી છે. ઉદ્દ્વિકાસ પ્રક્રમમાં સામુહિક રીતે જે તે જાતિના જીનો (gene population)નું શું થાય છે એ વિષે હાર્ડી અને વાઈનબર્ગ નામના વૈજ્ઞાનિકોએ કરેલાં સંશોધનો પાયાનુ મહત્ત્વ ધરાવે છે.

ઉદ્દ્વિકાસ પ્રક્રમ ઉપર અંગ્રેજી ભાષામાં લોકભોગ્ય રીતે જુલિયન હક્સલીએ ઘણું લખ્યું છે. મનુષ્ય ઉદ્દ્વિકાસપ્રક્રમની ઘટનાનું એક અંગ છે પરંતુ બીજા બધા જ જીવપિંડોથી મનુષ્ય ખાસ એ રીતે જુદો પડે છે કે એને પોતાને આ પ્રક્રમનું ભાન થયું છે. એ રીતે સભાન રીતે એ ઉદ્દ્વિકાસ પ્રક્રમમાં પોતાનો ફાળો આપી શકે એમ છે અને એ રીતે ઉદ્દ્વિકાસ પ્રક્રમ યોગ્ય રસ્તે ચાલે એ જોવાની મનુષ્યની નૈતિક જવાબદારી છે એવો હક્સલીના લખાણોનો ધ્વનિ છે.